

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 8 月 2 3 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 2 4 2 5 2 0

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 4 - 2 4 2 5 2 0

出 願 人
Applicant(s): 株式会社村田製作所

2 0 0 5 年 9 月 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

中 嶋



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】	付託願
【整理番号】	DP040138
【提出日】	平成16年 8月23日
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	H03H 9/145
【発明者】	
【住所又は居所】	京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内
【氏名】	高峰 裕一
【特許出願人】	
【識別番号】	000006231
【住所又は居所】	京都府長岡京市天神二丁目26番10号
【氏名又は名称】	株式会社村田製作所
【代理人】	
【識別番号】	100086597
【弁理士】	
【氏名又は名称】	宮▼崎▲ 主税
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	004776
【納付金額】	16,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1
【包括委任状番号】	9004892

【請求項 1】

不平衡端子と、第 1，第 2 の平衡端子とに接続される平衡—不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、

圧電基板と、

前記圧電基板上において表面波伝搬方向に沿って配置された第 1～第 3 の I D T を有し、中央の第 2 の I D T または両側の第 1，第 3 の I D T が不平衡端子に接続されており、両側の第 1，第 3 の I D T または中央の第 2 の I D T が第 1 の平衡端子に接続されている第 1 の弾性表面波フィルタ部と、

前記圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第 1～第 3 の I D T を有し、中央に配置された第 2 の I D T または両側の第 1，第 3 の I D T が前記不平衡端子に接続されており、両側の第 1，第 3 の I D T または中央の第 2 の I D T が第 2 の平衡端子に接続されており、第 1 の弾性表面波フィルタ部とは入力信号に対する出力信号の位相が 180 度異なるように構成されている第 2 の弾性表面波フィルタ部とを備え、

前記第 1，第 2 の弾性表面波フィルタ部において、表面波伝搬方向にギャップを隔てて隣り合っている一対の I D T において、ギャップに面している電極指を含む一部の電極指の周期が、I D T の主たる部分の電極指の周期よりも小さくされている狭ピッチ電極指部とされており、

第 1，第 2 の弾性表面波フィルタ部の前記不平衡端子に接続されている I D T の狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを P 1、前記平衡端子に接続されている I D T の狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを P 2、第 1，第 2 の弾性表面波フィルタ部の前記不平衡端子に接続されている I D T の狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を K 1、前記平衡端子に接続されている I D T の狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を K 2 としたときに、

$$P 1 > P 2$$

$$1.12 \leq K 1 / K 2 \leq 1.65$$

とされていることを特徴とする、バランス型弾性表面波フィルタ。

【請求項 2】

不平衡端子と、第 1，第 2 の平衡端子とに接続される平衡—不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、

圧電基板と、

前記圧電基板上において表面波伝搬方向に沿って配置された第 1～第 3 の I D T を有し、中央の第 2 の I D T または両側の第 1，第 3 の I D T が不平衡端子に接続されており、両側の第 1，第 3 の I D T または中央の第 2 の I D T が第 1 の平衡端子に接続されている第 1 の弾性表面波フィルタ部と、

前記圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第 1～第 3 の I D T を有し、中央に配置された第 2 の I D T または両側の第 1，第 3 の I D T が前記不平衡端子に接続されており、両側の第 1，第 3 の I D T または中央の第 2 の I D T が第 2 の平衡端子に接続されており、第 1 の弾性表面波フィルタ部とは入力信号に対する出力信号の位相が 180 度異なるように構成されている第 2 の弾性表面波フィルタ部とを備え、

前記第 1，第 2 の弾性表面波フィルタ部において、表面波伝搬方向にギャップを隔てて隣り合っている一対の I D T において、ギャップに面している電極指を含む一部の電極指の周期が、I D T の主たる部分の電極指の周期よりも小さくされている狭ピッチ電極指部とされており、

第 1，第 2 の弾性表面波フィルタ部の前記不平衡端子に接続されている I D T の狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを P 1、前記平衡端子に接続されている I D T の狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを P 2、第 1，第 2 の弾性表面波フィルタ部の前記不平衡端子に接続されている I D T の狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を K 1、前記平衡端子に接続されている I D T の狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を K 2、前記第 1，第 2 の弾性表面波フィルタ部の前記不平衡端子に接続されている I D T の狭ピッ

が電極指部の電極指の本数を $K1n$ 、前記「図面」に接続されている「IDT」の狭ピッチ電極指部の電極指の本数を $K2n$ としたときに、

$$P1 > P2$$

$$K1n = K2n$$

$$1.12 \leq K1/K2 \leq 1.65$$

とされていることを特徴とする、請求項1に記載のバランス型弾性表面波フィルタ。

【請求項3】

第1、第2の弾性表面波フィルタ部におけるメタライゼーションレシオを d 、電極指交差幅を W としたときに、 $67.4\lambda I \leq W/d \leq 74.3\lambda I$ （但し、 λI はIDTの波長）とされている、請求項1または2に記載のバランス型弾性表面波フィルタ。

【請求項4】

平衡端子と、第1、第2の不平衡端子に接続される平衡—不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、

圧電基板と、

前記圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTとを備え、

前記第2のIDTが前記不平衡端子に接続されており、両側の第1、第3のIDTが第1、第2の平衡端子にそれぞれ接続されており、

前記第1～第3のIDTが隣り合う部分において、各IDTは狭ピッチ電極指部を有し、該狭ピッチ電極指部の電極指ピッチは、狭ピッチ電極指が設けられているIDTの主たる電極指部の電極指ピッチよりも小さくされており、

第1のIDTの位相が第3のIDTの位相に180度反転されており、

前記中央に位置している第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを $P1$ 、前記第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを $P2$ 、第2のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を $K1$ 、第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を $K2$ としたときに、

$$P1 > P2$$

$$1.12 \leq K1/K2 \leq 1.65$$

とされていることを特徴とする、バランス型弾性表面波フィルタ。

【請求項5】

平衡端子と、第1、第2の不平衡端子に接続される平衡—不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、

圧電基板と、

前記圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTとを備え、

前記第2のIDTが前記不平衡端子に接続されており、両側の第1、第3のIDTが第1、第2の平衡端子にそれぞれ接続されており、

前記第1～第3のIDTが隣り合う部分において、各IDTは狭ピッチ電極指部を有し、該狭ピッチ電極指部の電極指ピッチは、狭ピッチ電極指が設けられているIDTの主たる電極指部の電極指ピッチよりも小さくされており、

第1のIDTの位相が第3のIDTの位相に180度反転されており、

前記中央に位置している第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを $P1$ 、前記第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを $P2$ 、第2のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を $K1$ 、第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を $K2$ 、第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指の本数を $K1n$ 、第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指の本数を $K2n$ としたときに、

$$P1 > P2$$

$$K1n = K2n$$

$$1.12 \leq K1/K2 \leq 1.65$$

とされていることを特徴とする、請求項4に記載のバランス型弾性表面波フィルタ。

【請求項6】

第1～第3のIDTのメタライゼーションレシオをd、電極指交差幅をWとしたときに、 $1.34 \cdot 8 \lambda I \leq W/d \leq 1.48 \cdot 6 \lambda I$ （但し、 λI はIDTの波長）とされている、請求項4または5に記載のバランス型弾性表面波フィルタ。

【請求項7】

不平衡端子と、第1，第2の平衡端子とに接続される平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、

圧電基板と、

圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTとを備え、表面波伝搬方向両側に位置する第1，第3のIDTが、前記不平衡端子に接続されており、

前記第2のIDTが、表面波伝搬方向に分割された第1，第2のIDT部を有し、第1，第2のIDT部がそれぞれ第1，第2の平衡信号端子に電氣的に接続されており、不平衡端子から第1の平衡信号端子に流れる信号の位相が、不平衡端子から第2の平衡信号端子に流れる位相と180度反転されるように第1～第3のIDTが構成されており、

前記第1～第3のIDTがギャップを隔てて表面波伝搬方向において隣り合う部分において、該ギャップ近傍の複数本の電極指が相対的にピッチが狭い狭ピッチ電極指部とされており、

前記不平衡信号端子に接続されている第1，第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP1、第1，第2の平衡信号端子に第1，第2のIDT部が接続されている第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP2、第1，第3のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK1、第2のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK2としたときに、

$$P1 > P2$$

$$1.12 \leq K1/K2 \leq 1.65$$

とされていることを特徴とする、バランス型弾性表面波フィルタ。

【請求項8】

不平衡端子と、第1，第2の平衡端子とに接続される平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、

圧電基板と、

圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTとを備え、表面波伝搬方向両側に位置する第1，第3のIDTが、前記不平衡端子に接続されており、

前記第2のIDTが、表面波伝搬方向に分割された第1，第2のIDT部を有し、第1，第2のIDT部がそれぞれ第1，第2の平衡信号端子に電氣的に接続されており、不平衡端子から第1の平衡信号端子に流れる信号の位相が、不平衡端子から第2の平衡信号端子に流れる位相と180度反転されるように第1～第3のIDTが構成されており、

前記第1～第3のIDTがギャップを隔てて表面波伝搬方向において隣り合う部分において、該ギャップ近傍の複数本の電極指が相対的にピッチが狭い狭ピッチ電極指部とされており、

前記不平衡信号端子に接続されている第1，第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP1、第1，第2の平衡信号端子に第1，第2のIDT部が接続されている第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP2、第1，第3のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK1、第2のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK2、第1，第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指の本数をK1n、第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指の本数をK2nとしたときに、

$$P1 > P2$$

$$K1n = K2n$$

$$1.12 \leq K1/K2 \leq 1.65$$

とされていることを特徴とする、請求項7に記載のバランス型弾性表面波フィルタ。

【請求項9】

第1～第3のIDTのメタライゼーションレシオをd、電極指交差幅をWとしたときに、 $1.34 \cdot 8 \lambda I \leq W/d \leq 1.48 \cdot 6 \lambda I$ （但し、 λI はIDTの波長）とされている

、請求項１または６に記載のバランへ至っては表面波フィルタ。

【請求項１０】

不平衡端子と、第１，第２の平衡端子とに接続される平衡－不平衡変換機能を有するバラン型弾性表面波フィルタであって、

圧電基板と、

前記圧電基板上において表面波伝搬方向に沿って配置された第１～第３のＩＤＴを有し、中央の第２のＩＤＴまたは両側の第１，第３のＩＤＴが不平衡端子に接続されており、両側の第１，第３のＩＤＴまたは中央の第２のＩＤＴが第１の平衡端子に接続されている第１の表面波フィルタ部と、

前記圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第１～第３のＩＤＴを有し、中央に配置された第２のＩＤＴまたは両側の第１，第３のＩＤＴが前記不平衡端子に接続されており、両側の第１，第３のＩＤＴまたは中央の第２のＩＤＴが第２の平衡端子に接続されており、第１の弾性表面波フィルタ部とは入力信号に対する出力信号の位相が１８０度異なるように構成されている第２の弾性表面波フィルタ部とを備え、

前記第１，第２の弾性表面波フィルタ部において、表面波伝搬方向にギャップを隔てて隣り合っている一対のＩＤＴにおいて、ギャップに面している電極指を含む一部の電極指の周期が、ＩＤＴの主たる部分の電極指の周期よりも小さくされている狭ピッチ電極指部とされており、

第１，第２の弾性表面波フィルタ部の前記不平衡端子に接続されているＩＤＴの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを P_1 、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数を N_1 、前記第１，第２の平衡端子にそれぞれ接続されているＩＤＴの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを P_2 、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数を N_2 としたときに、

$$P_1 \neq P_2$$

$$N_1 < N_2$$

とされていることを特徴とする、バラン型弾性表面波フィルタ。

【請求項１１】

$P_1 < P_2$ とされていることを特徴とする、請求項１０に記載のバラン型弾性表面波フィルタ。

【請求項１２】

平衡端子と、第１，第２の不平衡端子に接続される平衡－不平衡変換機能を有するバラン型弾性表面波フィルタであって、

圧電基板と、

前記圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第１～第３のＩＤＴとを備え、

前記第２のＩＤＴが前記不平衡端子に接続されており、両側の第１，第３のＩＤＴが第１，第２の平衡端子にそれぞれ接続されており、

前記第１～第３のＩＤＴが隣り合う部分において、各ＩＤＴは狭ピッチ電極指部を有し、該狭ピッチ電極指部の電極指ピッチは、狭ピッチ電極指が設けられているＩＤＴの主たる電極指部の電極指ピッチよりも小さくされており、

第１のＩＤＴの位相が第３のＩＤＴの位相に１８０度反転されており、

前記不平衡端子に接続されている第２のＩＤＴの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを P_1 、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数を N_1 、前記第１，第２の平衡端子にそれぞれ接続されている前記第１，第３のＩＤＴの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを P_2 、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数を N_2 としたときに、

$$P_1 \neq P_2$$

$$N_1 < N_2$$

とされていることを特徴とする、バラン型弾性表面波フィルタ。

【請求項１３】

$P_1 < P_2$ とされていることを特徴とする、請求項１２に記載のバラン型弾性表面波フィルタ。

【請求項１４】

「第 1 の IDT」と、第 2 の IDT」とに接続される IDT 一つ IDT 交換機能を用いるバランス型弾性表面波フィルタであって、

圧電基板と、

圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第 1～第 3 の IDT とを備え、表面波伝搬方向両側に位置する第 1、第 3 の IDT が、前記不平衡端子に接続されており、

前記第 2 の IDT が、表面波伝搬方向に分割された第 1、第 2 の IDT 部を有し、第 1、第 2 の IDT 部がそれぞれ第 1、第 2 の平衡信号端子に電氣的に接続されており、不平衡端子から第 1 の平衡信号端子に流れる信号の位相が、不平衡端子から第 2 の平衡信号端子に流れる位相と 180 度反転されるように第 1～第 3 の IDT が構成されており、

前記第 1～第 3 の IDT がギャップを隔てて表面波伝搬方向に隣り合っている部分において、第 1～第 3 の IDT がギャップに近接する部分に狭ピッチ電極指部を有し、

不平衡信号端子に接続されている第 1、第 3 の IDT の狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを P1、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数を N1、前記第 1、第 2 の平衡信号端子にそれぞれ第 1、第 2 の IDT 部が接続されている第 2 の IDT の狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを P2、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数を N2 としたときに、

$$P1 \neq P2$$

$$N1 < N2$$

とされていることを特徴とする、バランス型弾性表面波フィルタ。

【請求項 15】

P1 < P2 とされていることを特徴とする、請求項 14 に記載のバランス型弾性表面波フィルタ。

【発明の名称】 バランス型弾性表面波フィルタ

【技術分野】

【0001】

本発明は、平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタに関し、より詳細には、IDTが狭ピッチ電極指部を有し、かつ入出力インピーダンスの比が特定の値とされているバランス型弾性表面波フィルタに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、携帯電話機などの通信機器において、平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタが広く用いられている。例えば、下記の特許文献1には、図26に示すバランス型弾性表面波フィルタが開示されている。

【0003】

図26に示すバランス型弾性表面波フィルタ501では、不平衡入力端子502に、縦結合共振子型表面波フィルタ部503、504が接続されている。表面波フィルタ部503、504は、それぞれ、表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDT（インターデジタルトランスデューサ）503a～503c及び504a～504cを有する。中央の第2のIDT503b、504bが、不平衡入力端子502に電氣的に接続されている。そして、表面波伝搬方向において、IDT503bの両側に配置された第1、第3のIDT503a、503cが、第1の平衡出力端子505に電氣的に接続されている。他方、弾性表面波フィルタ部504の中央のIDT504bの両側に配置されている第1、第3のIDT504a、504cが第2の平衡出力端子506に電氣的に接続されている。

【0004】

バランス型弾性表面波フィルタ501では、不平衡入力端子502側の入力インピーダンスが50Ωとされており、第1、第2の平衡出力端子505、506側の特性インピーダンスは150Ωとされている。すなわち、入出力のインピーダンス比は1：3とされていた。これは、バランス型弾性表面波フィルタ501の入力端にはアンテナが接続されるため、通常50Ωとされていたのに対し、出力側に接続されるICの入力インピーダンスは150Ωであったことによる。

【0005】

他方、下記の特許文献2、3には、それぞれ、特許文献1に記載のバランス型弾性表面波フィルタと同様に、平衡－不平衡変換機能を有する但し、電極構造は異なるバランス型弾性表面波フィルタが開示されている。特許文献2、3に記載のバランス型弾性表面波フィルタにおいても、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比は、1：3～1：4と程度とされていた。

【0006】

他方、近年、この種のバランス型弾性表面波フィルタの出力側に接続されるICとして、入力インピーダンスが100Ω程度の平衡型ミキサーICが市販されている。このようなICに対応するには、該ICに接続されるバランス型弾性表面波フィルタの出力インピーダンスは100Ωとすることが求められている。また、入力端子側のインピーダンスを50Ωとする場合には、弾性表面波フィルタの入出力インピーダンス比は1：2とすることが求められている。

下記の特許文献4には、平衡－不平衡変換機能を有し、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比が1：2とされたバランス型弾性表面波フィルタが開示されている。図27は、特許文献4に記載のバランス型弾性表面波フィルタの電極構造を示す平面図である。バランス型弾性表面波フィルタ601では、不平衡入力端子602に、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部603、604が接続されている。縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部603、604は、それぞれ、表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDT603a～603c、604a～604cを有する。中央の第2のIDT603b、604bが、それぞれ、不平衡入力端子602に電氣的に接続されている。IDT603b

の表面波伝搬方向両側に位置する第1、第3のIDT 603a, 603cは、第1の平衡出力端子605に電氣的に接続されている。同様に、弾性表面波フィルタ部604においてIDT 604bの表面波伝搬方向両側に位置しているIDT 604a, 604cが、第2の平衡出力端子606に電氣的に接続されている。

【0007】

ここでは、IDT 603a, 603bは、表面波伝搬方向においてギャップを隔てて隣り合っている部分近傍に、狭ピッチ電極指部Nを有する。すなわち、IDT 603aのIDT 603b近傍部分の電極指ピッチが、残りの部分に比べて電極指ピッチが狭くされている。この電極指ピッチが相対的に狭いIDT部分を、狭ピッチ電極指部Nという。同様に、IDT 603bのIDT 603a側端部近傍にも狭ピッチ電極指部Nが設けられている。さらに、IDT 603b, 603c, IDT 604a~604cにおいても、ギャップを隔てて隣り合っている部分近傍に、それぞれ狭ピッチ電極指部Nが設けられている。

【0008】

そして、特許文献4に記載のバランス型弾性表面波フィルタ601では、不平衡側のIDT 603b, 604bと平衡側のIDT 603a, 603c, 604a, 604cとで電極指の対数比を異ならせることにより、入出力インピーダンス比が1:2とされ得る旨が記載されている。

【特許文献1】特開2001-308672号公報

【特許文献2】特開平6-204781号公報

【特許文献3】特開平11-97966号公報

【特許文献4】特開2004-48675号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

弾性表面波フィルタでは、IDTのインピーダンスは電極指交叉幅が大きくなるほど小さくなり、電極指の本数が多くなるほど小さくなる。図25に示した弾性表面波表面波フィルタ601では、例えば弾性表面波フィルタ部603における中央のIDT 603bが不平衡入力端子602に接続されており、両側のIDT 603a, 603cが第1の平衡出力端子605に接続されている。

【0010】

従って、不平衡信号端子ー平衡信号端子のインピーダンス比を調整するために、IDT 603bの交叉幅と、IDT 603a, 603cの交叉幅とを異ならせることはできない。よって、前述したように、不平衡側のIDT 603bの電極指の対数と、平衡側のIDT 603a, 603cの電極指の対数とを異ならせることにより、入出力インピーダンス比が変化されている。例えば、第1の平衡出力端子605のインピーダンスは、平衡側IDT 603aの電極指の対数に依存した値となる。これは、平衡出力端子605に、IDT 603a, 603cが並列接続されており、かつアース電位を介して平衡出力端子605と平衡出力端子606とが直列接続されていることによる。これに対して、不平衡端子602側のインピーダンスは、不平衡側IDT 603bの電極指の対数の1/2に相当した値となる。すなわち、平衡側IDT 603aの電極指の対数に対し、不平衡側IDT 603bの電極指の対数を1/2とすれば、不平衡信号端子ー平衡信号端子のインピーダンス比を1:2とすることができる。

【0011】

しかしながら、不平衡側のIDT 603b, 604bの対数と、両側のIDT 603a, 603c, 604a, 604cの対数との比を変化させた場合、弾性表面波フィルタ601の通過帯域を得るための複数の共振モードの共振周波数に影響を与えるという問題があった。従って、対数比を大きく変えることはできなかった。また、不平衡側のIDTの対数が、平衡側のIDT 603a, 603cの対数よりもかなり少なくなるため、フィルタとしての十分な帯域幅を得ることができないという問題があった。

【0012】

加えて、電極指の対数比を変化させる方法としては、上下両側の電極指のインピーダンス比を正確に 1 : 2 とすることはできず、1 : 2 からずれがちであった。

【0013】

本発明の目的は、上述した従来技術の欠点を解消し、平衡—不平衡変換機能を有し、帯域幅や損失などのフィルタ特性を劣化させることなく、通過帯域を得るための複数の共振モードのインピーダンス調整の自由度を高めることができ、従って不平衡信号端子—平衡信号端子のインピーダンス比を 1 : 2 など容易にかつ正確に設定することができ、しかも十分な帯域幅を有する弾性表面波フィルタを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本願の第 1 の発明は、不平衡端子と、第 1、第 2 の平衡端子とに接続される平衡—不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、圧電基板と、前記圧電基板上において表面波伝搬方向に沿って配置された第 1～第 3 の IDT を有し、中央の第 2 の IDT または両側の第 1、第 3 の IDT が不平衡端子に接続されており、両側の第 1、第 3 の IDT または中央の第 2 の IDT が第 1 の平衡端子に接続されている第 1 の弾性表面波フィルタ部と、前記圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第 1～第 3 の IDT を有し、中央に配置された第 2 の IDT または両側の第 1、第 3 の IDT が前記不平衡端子に接続されており、両側の第 1、第 3 の IDT または中央の第 2 の IDT が第 2 の平衡端子に接続されており、第 1 の弾性表面波フィルタ部とは入力信号に対する出力信号の位相が 180 度異なるように構成されている第 2 の弾性表面波フィルタ部とを備え、前記第 1、第 2 の弾性表面波フィルタ部において、表面波伝搬方向にギャップを隔てて隣り合っている一対の IDT において、ギャップに面している電極指を含む一部の電極指の周期が、IDT の主たる部分の電極指の周期よりも小さくされている狭ピッチ電極指部とされており、第 1、第 2 の弾性表面波フィルタ部の前記不平衡端子に接続されている IDT の狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを P_1 、前記平衡端子に接続されている IDT の狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを P_2 、第 1、第 2 の弾性表面波フィルタ部の前記不平衡端子に接続されている IDT の狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を K_1 、前記平衡端子に接続されている IDT の狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を K_2 としたときに、

$$P_1 > P_2$$

$$1.12 \leq K_1 / K_2 \leq 1.65$$

とされていることを特徴とする。

【0015】

第 2 の発明は、不平衡端子と、第 1、第 2 の平衡端子とに接続される平衡—不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、圧電基板と、前記圧電基板上において表面波伝搬方向に沿って配置された第 1～第 3 の IDT を有し、中央の第 2 の IDT または両側の第 1、第 3 の IDT が不平衡端子に接続されており、両側の第 1、第 3 の IDT または中央の第 2 の IDT が第 1 の平衡端子に接続されている第 1 の弾性表面波フィルタ部と、前記圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第 1～第 3 の IDT を有し、中央に配置された第 2 の IDT または両側の第 1、第 3 の IDT が前記不平衡端子に接続されており、両側の第 1、第 3 の IDT または中央の第 2 の IDT が第 2 の平衡端子に接続されており、第 1 の弾性表面波フィルタ部とは入力信号に対する出力信号の位相が 180 度異なるように構成されている第 2 の弾性表面波フィルタ部とを備え、前記第 1、第 2 の弾性表面波フィルタ部において、表面波伝搬方向にギャップを隔てて隣り合っている一対の IDT において、ギャップに面している電極指を含む一部の電極指の周期が、IDT の主たる部分の電極指の周期よりも小さくされている狭ピッチ電極指部とされており、第 1、第 2 の弾性表面波フィルタ部の前記不平衡端子に接続されている IDT の狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを P_1 、前記平衡端子に接続されている IDT の狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを P_2 、第 1、第 2 の弾性表面波フィルタ部の前記不平衡端子に接続されている IDT の狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を K_1 、前記平衡端

Jに接続されているIDTの狭ビッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を K_1 、前記第1、第2の弾性表面波フィルタ部の前記不平衡端子に接続されているIDTの狭ビッチ電極指部の電極指の本数を K_2 としたときに、

$$P_1 > P_2$$

$$K_1 = K_2$$

$$1.12 \leq K_1 / K_2 \leq 1.65$$

とされていることを特徴とする。

【0016】

第1、第2の発明に係るバランス型弾性表面波フィルタでは、好ましくは、第1、第2の弾性表面波フィルタ部におけるメタライゼーションレシオを d 、電極指交叉幅を W とした時に、 $67.4\lambda \leq W/d \leq 74.3\lambda$ （但し、 λ はIDTの波長）とされている。

【0017】

本願の第3の発明は、平衡端子と、第1、第2の不平衡端子に接続される平衡—不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、圧電基板と、前記圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTとを備え、前記第2のIDTが前記不平衡端子に接続されており、両側の第1、第3のIDTが第1、第2の平衡端子にそれぞれ接続されており、前記第1～第3のIDTが隣り合う部分において、各IDTは狭ビッチ電極指部を有し、該狭ビッチ電極指部の電極指ピッチは、狭ビッチ電極指が設けられているIDTの主たる電極指部の電極指ピッチよりも小さくされており、第1のIDTの位相が第3のIDTの位相に180度反転されており、前記中央に位置している第2のIDTの狭ビッチ電極指部の電極指ピッチを P_1 、前記第1、第3のIDTの狭ビッチ電極指部の電極指ピッチを P_2 、第2のIDTの狭ビッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を K_1 、第1、第3のIDTの狭ビッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を K_2 としたときに、

$$P_1 > P_2$$

$$1.12 \leq K_1 / K_2 \leq 1.65$$

とされていることを特徴とする。

【0018】

第4の発明は、平衡端子と、第1、第2の不平衡端子に接続される平衡—不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、圧電基板と、前記圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTとを備え、前記第2のIDTが前記不平衡端子に接続されており、両側の第1、第3のIDTが第1、第2の平衡端子にそれぞれ接続されており、前記第1～第3のIDTが隣り合う部分において、各IDTは狭ビッチ電極指部を有し、該狭ビッチ電極指部の電極指ピッチは、狭ビッチ電極指が設けられているIDTの主たる電極指部の電極指ピッチよりも小さくされており、第1のIDTの位相が第3のIDTの位相に180度反転されており、前記中央に位置している第2のIDTの狭ビッチ電極指部の電極指ピッチを P_1 、前記第1、第3のIDTの狭ビッチ電極指部の電極指ピッチを P_2 、第2のIDTの狭ビッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を K_1 、第1、第3のIDTの狭ビッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を K_2 、第2のIDTの狭ビッチ電極指部の電極指の本数を K_{1n} 、第1、第3のIDTの狭ビッチ電極指部の電極指の本数を K_{2n} としたときに、

$$P_1 > P_2$$

$$K_{1n} = K_{2n}$$

$$1.12 \leq K_1 / K_2 \leq 1.65$$

とされていることを特徴とする。

【0019】

第3、第4の発明のバランス型弾性表面波フィルタでは、好ましくは、第1～第3のIDTのメタライゼーションレシオを d 、電極指交叉幅を W とした時に、 $134.8\lambda \leq$

W/λ≧140、0<λI(但し、λIはIDTの波長)とされている。

【0020】

第5の発明は、不平衡端子と、第1、第2の平衡端子とに接続される平衡—不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、圧電基板と、圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTとを備え、表面波伝搬方向両側に位置する第1、第3のIDTが、前記不平衡端子に接続されており、前記第2のIDTが、表面波伝搬方向に分割された第1、第2のIDT部を有し、第1、第2のIDT部がそれぞれ第1、第2の平衡信号端子に電氣的に接続されており、不平衡端子から第1の平衡信号端子に流れる信号の位相が、不平衡端子から第2の平衡信号端子に流れる位相と180度反転されるように第1～第3のIDTが構成されており、前記第1～第3のIDTがギャップを隔てて表面波伝搬方向において隣り合う部分において、該ギャップ近傍の複数本の電極指が相対的にピッチが狭い狭ピッチ電極指部とされており、前記不平衡信号端子に接続されている第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP1、第1、第2の平衡信号端子に第1、第2のIDT部が接続されている第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP2、第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK1、第2のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK2としたときに、

$$P1 > P2$$

$$1.12 \leq K1/K2 \leq 1.65$$

とされていることを特徴とする。

【0021】

第6の発明は、不平衡端子と、第1、第2の平衡端子とに接続される平衡—不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、圧電基板と、圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTとを備え、表面波伝搬方向両側に位置する第1、第3のIDTが、前記不平衡端子に接続されており、前記第2のIDTが、表面波伝搬方向に分割された第1、第2のIDT部を有し、第1、第2のIDT部がそれぞれ第1、第2の平衡信号端子に電氣的に接続されており、不平衡端子から第1の平衡信号端子に流れる信号の位相が、不平衡端子から第2の平衡信号端子に流れる位相と180度反転されるように第1～第3のIDTが構成されており、前記第1～第3のIDTがギャップを隔てて表面波伝搬方向において隣り合う部分において、該ギャップ近傍の複数本の電極指が相対的にピッチが狭い狭ピッチ電極指部とされており、前記不平衡信号端子に接続されている第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP1、第1、第2の平衡信号端子に第1、第2のIDT部が接続されている第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP2、第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK1、第2のIDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK2、第1、第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指の本数をK1n、第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指の本数をK2nとしたときに、

$$P1 > P2$$

$$K1n = K2n$$

$$1.12 \leq K1/K2 \leq 1.65$$

とされていることを特徴とする。

第5、第6の発明に係るバランス型弾性表面波フィルタでは、好ましくは、第1～第3のIDTのメタライゼーションレシオをd、電極指交叉幅をWとした時に、 $134.8\lambda I \leq W/d \leq 148.6\lambda I$ (但し、λIはIDTの波長)とされている。

【0022】

本願の第7の発明は、不平衡端子と、第1、第2の平衡端子とに接続される平衡—不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、圧電基板と、前記圧電基板上において表面波伝搬方向に沿って配置された第1～第3のIDTを有し、中央の第2のIDTまたは両側の第1、第3のIDTが不平衡端子に接続されており、両側の第1、第3のIDTまたは中央の第2のIDTが第1の平衡端子に接続されている第1の表面波フ

有し、中央に配置された第2のIDTまたは両側の第1，第3のIDTが前記不平衡端子に接続されており、両側の第1，第3のIDTまたは中央の第2のIDTが第2の平衡端子に接続されており、第1の弾性表面波フィルタ部とは入力信号に対する出力信号の位相が180度異なるように構成されている第2の弾性表面波フィルタ部とを備え、前記第1，第2の弾性表面波フィルタ部において、表面波伝搬方向にギャップを隔てて隣り合っている一対のIDTにおいて、ギャップに面している電極指を含む一部の電極指の周期が、IDTの主たる部分の電極指の周期よりも小さくされている狭ピッチ電極指部とされており、第1，第2の弾性表面波フィルタ部の前記不平衡端子に接続されているIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP1、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数をN1、前記第1，第2の平衡端子にそれぞれ接続されているIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP2、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数をN2としたときに、

$$P1 \neq P2$$

$$N1 < N2$$

とされていることを特徴とする。

【0023】

第8の発明では、平衡端子と、第1，第2の不平衡端子に接続される平衡—不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、圧電基板と、前記圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTとを備え、前記第2のIDTが前記不平衡端子に接続されており、両側の第1，第3のIDTが第1，第2の平衡端子にそれぞれ接続されており、前記第1～第3のIDTが隣り合う部分において、各IDTは狭ピッチ電極指部を有し、該狭ピッチ電極指部の電極指ピッチは、狭ピッチ電極指が設けられているIDTの主たる電極指部の電極指ピッチよりも小さくされており、第1のIDTの位相が第3のIDTの位相に180度反転されており、前記不平衡端子に接続されている第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP1、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数をN1、前記第1，第2の平衡端子にそれぞれ接続されている前記第1，第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP2、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数をN2としたときに、

$$P1 \neq P2$$

$$N1 < N2$$

とされていることを特徴とする。

【0024】

第9の発明は、不平衡端子と、第1，第2の平衡端子とに接続される平衡—不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタであって、圧電基板と、圧電基板上において表面波伝搬方向に配置された第1～第3のIDTとを備え、表面波伝搬方向両側に位置する第1，第3のIDTが、前記不平衡端子に接続されており、前記第2のIDTが、表面波伝搬方向に分割された第1，第2のIDT部を有し、第1，第2のIDT部がそれぞれ第1，第2の平衡信号端子に電氣的に接続されており、不平衡端子から第1の平衡信号端子に流れる信号の位相が、不平衡端子から第2の平衡信号端子に流れる位相と180度反転されるように第1～第3のIDTが構成されており、前記第1～第3のIDTがギャップを隔てて表面波伝搬方向に隣り合っている部分において、第1～第3のIDTがギャップに近接する部分に狭ピッチ電極指部を有し、不平衡信号端子に接続されている第1，第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP1、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数をN1、前記第1，第2の平衡信号端子にそれぞれ第1，第2のIDT部が接続されている第2のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP2、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数をN2としたときに、

$$P1 \neq P2$$

$$N1 < N2$$

とされていることを特徴とする。

【0025】

第1～第3の発明においては、例えば、 $1.1 \sim 1.2$ とされる。

【発明の効果】

【0026】

第1、第2の発明に係るバランス型弾性表面波フィルタでは、中央の第2のIDTまたは両側の第1、第3のIDTが不平衡端子に接続された第1、第2の弾性表面波フィルタ部が設けられており、第1の弾性表面波フィルタ部の第1、第3のIDTまたは第2のIDTが第1の平衡端子に、第2の弾性表面波フィルタ部の第1、第3のIDTまたは第2のIDTが第2の平衡端子に接続されており、第1の弾性表面波フィルタ部と第2の弾性表面波フィルタ部の出力信号の位相が180度異なるように構成されている。従って、平衡—不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタが構成されている。

【0027】

そして、第1、第2の弾性表面波フィルタ部において、ギャップを隔てて隣り合っている一対のIDTは、ギャップに面している電極指を含む一部の電極指の周期が、IDTの主たる部分の電極指の周期よりも小さくされている狭ピッチ電極指部を有する。また、 $P_1 > P_2$ 及び $1.12 \leq K_1 / K_2 \leq 1.65$ とされているため、通過帯域内における挿入損失及びVSWRが小さく、十分な帯域幅を有する良好なフィルタ特性を得ることができるだけでなく、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を確実に1:2とすることが可能な弾性表面波フィルタを得ることができる。特に、IDTの電極指の本数だけでなく、狭ピッチ電極指部のピッチ比をも調整することにより、インピーダンス比を変化することができるので、不平衡信号端子と平衡信号端子とのインピーダンス比を正確に1:2とすることが可能となる。

【0028】

特に、第2の発明では、 $K_{1n} = K_{2n}$ とされているため、狭ピッチ電極指部の設計が容易であり、かつIDTが隣り合っている部分の不連続性を緩和する効果をより一層高めることができる。

【0029】

第1、第2の発明において、 $67.4 \lambda / d \leq W / d \leq 74.3 \lambda / d$ とされている場合には、不平衡端子側のインピーダンスを50Ωとし、平衡信号端子側のインピーダンスを確実に100Ωとすることができ、入力インピーダンスが100ΩのICに接続されるバランス型弾性表面波フィルタを容易に提供することができる。

【0030】

第3、第4の発明に係るバランス型弾性表面波フィルタでは、不平衡端子に第2のIDTが接続されており、両側の第1、第3のIDTが第1、第2の平衡端子にそれぞれ接続されており、第1のIDTの位相が第3のIDTの位相に対して180度反転されているため、第1の発明と同様に、平衡—不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタが構成されている。そして、第1～第3のIDTは、狭ピッチ電極指部を有し、 $P_1 > P_2$ 及び $1.12 \leq K_1 / K_2 \leq 1.65$ とされているため、通過帯域内における挿入損失及びVSWRが小さく、十分な帯域幅を有する良好なフィルタ特性を得ることができるだけでなく、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を確実に1:2とすることが可能な弾性表面波フィルタを得ることができる。特に、IDTの電極指の本数だけでなく、狭ピッチ電極指部のピッチ比をも調整することにより、インピーダンス比を変化することができるので、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を正確に1:2とすることが可能となる。

【0031】

特に、第4の発明では、 $K_{1n} = K_{2n}$ とされているので、狭ピッチ電極指部を有するIDTの設計が容易となり、かつ狭ピッチ電極指部を設けたことによる、隣り合うIDTが隣り合っている部分の不連続性を緩和する効果を高めることができる。

【0032】

第3、第4の発明において、 $134.8 \lambda / d \leq W / d \leq 148.6 \lambda / d$ とされている場合には、不平衡端子側のインピーダンスを50Ωとし、平衡信号端子側のインピーダンス

を最大に利用し、かつ、入出力インピーダンスが利用しに接続される
バランス型弾性表面波フィルタを容易に提供することができる。

【0033】

第5、第6の発明では、圧電基板上において、第1～第3のIDTが表面波伝搬方向に配置されており、第1、第3のIDTが不平衡端子に接続されており、第2のIDTが、表面波伝搬方向に分割された第1、第2のIDT部を有し、第1、第2のIDT部がそれぞれ第1、第2の平衡信号端子に接続されており、不平衡端子から第1の平衡端子に流れる信号の位相が、不平衡端子から第2の平衡信号端子に流れる位相と180度反転されているため、第1、第2の発明と同様に、平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタが構成されている。

【0034】

そして、第3の発明においても、第1～第3のIDTが狭ピッチ電極指部を有し、 $P1 > P2$ 及び $1.12 \leq K1/K2 \leq 1.65$ とされているため、通過帯域内における挿入損失及びVSWRが小さく、十分な帯域幅を有する十分なフィルタ特性を得ることができるだけでなく、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を1：2とすることが可能な弾性表面波フィルタを得ることができる。特に、IDTの電極指の本数だけでなく、狭ピッチ電極指部のピッチ比をも調整することにより、インピーダンス比を変化させることができるので、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を正確に1：2とすることができる。

【0035】

特に、第6の発明では、 $K1n = K2n$ とされているので、狭ピッチ電極指部を有するIDTの設計が容易となり、かつ狭ピッチ電極指部Nを設けたことによる効果、すなわちIDTが隣り合っている部分の不連続性を緩和する効果をより一層高めることができる。

【0036】

第5、6の発明において $134.8\lambda I \leq W/d \leq 148.6\lambda I$ とされている場合には、不平衡端子側のインピーダンスを50Ωとし、平衡信号端子側のインピーダンスを確実に100Ωとすることができ、入力インピーダンスが100ΩのICに接続されるバランス型弾性表面波フィルタを容易に提供することができる。

【0037】

第7の発明では、圧電基板上に第1～第3のIDTを有する第1、第2の表面波フィルタ部が設けられており、第1、第2の表面波フィルタ部の中央の第2のIDTまたは両側の第1、第3のIDTが不平衡信号端子に接続されており、第1の表面波フィルタ部の第1、第3のIDTまたは第2のIDTが第1の平衡信号端子に、第2の弾性表面波フィルタ部の第1、第3のIDTまたは第2のIDTが第2の平衡信号端子に接続されており、表面波伝搬方向に隣り合っている一対のIDTが、ギャップに面している電極指を含む一部の電極指の周期が、IDTの主たる部分の電極指の周期よりも小さくされている狭ピッチ電極指部を有する、平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタにおいて、 $P1 \neq P2$ かつ $N1 < N2$ とされているため、各共振モードのインピーダンス調整の自由度を高めることができる。従って、フィルタ特性を損なうことなく、不平衡信号端子－平衡信号端子のインピーダンス比を1：2と設定することが容易となる。

【0038】

よって、通過帯域内における挿入損失及びVSWRが小さく、十分な帯域幅を有する十分なフィルタ特性を得ることができるだけでなく、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を1：2とすることが可能な弾性表面波フィルタを得ることができる。

【0039】

特に、IDTの電極指の本数だけでなく、狭ピッチ電極指部のピッチ比をも調整することにより、インピーダンス比を変化させることができるので、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を正確に1：2とすることが可能となる。

【0040】

第8の発明では、圧電基板上に第1～第3のIDTが配置されており、第2のIDTが

平衡信号端子に接続されており、第1～第3のIDTが狭ピッチ電極指部を有する平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタにおいて、 $P_1 \neq P_2$ かつ $N_1 < N_2$ とされているため、通過帯域内における挿入損失及びVSWRが小さく、十分な帯域幅を有する十分なフィルタ特性を得ることができるだけでなく、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を1：2とすることが可能な弾性表面波フィルタを得ることができる。

【0041】

特に、IDTの電極指の本数だけでなく、狭ピッチ電極指部のピッチ比をも調整することにより、インピーダンス比を変化することができるので、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を正確に1：2とすることが可能となる。

【0042】

第9の発明では、圧電基板上に第1～第3のIDTが表面波伝搬方向に配置されており、第1、第3のIDTが不平衡信号端子に接続されており、第2のIDTが、第1、第2のIDT部に分割されており、第1、第2のIDT部がそれぞれ第1、第2の平衡信号端子に接続されており、第1～第3のIDTが狭ピッチ電極指部を有する平衡－不平衡変換機能を有するバランス型弾性表面波フィルタにおいて、 $P_1 \neq P_2$ かつ $N_1 < N_2$ とされているため、通過帯域内における挿入損失及びVSWRが小さく、十分な帯域幅を有する十分なフィルタ特性を得ることができるだけでなく、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を1：2とすることが可能な弾性表面波フィルタを得ることができる。

【0043】

特に、IDTの電極指の本数だけでなく、狭ピッチ電極指部のピッチ比をも調整することにより、インピーダンス比を変化することができるので、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を正確に1：2とすることが可能となる。

【0044】

第7～第9の発明において、好ましくは、 $P_1 < P_2$ とされ、その場合には、通過帯域内のVSWRをより一層小さくすることができ、より一層良好なフィルタ特性を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0045】

以下、図面を参照しつつ、本発明の具体的な実施形態を説明することにより、本発明を明らかにする。

【0046】

図1は、本発明の第1の実施形態に係るバランス型弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平面図である。

【0047】

バランス型弾性表面波フィルタ1では、圧電基板2上に、図示の電極構造が形成されている。

【0048】

バランス型弾性表面波フィルタ1では、不平衡入力端子3に、第1、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部4、5が接続されている。

【0049】

第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部4は、表面波伝搬方向に沿って配置された3個のIDT4a～4cと、IDT4a～4cが配置されている領域の表面波伝搬方向両側に配置された反射器4d、4eとを有する。第1～第3のIDT4a～4cは、狭ピッチ電極指部Nを有する。すなわち、IDT4a、4bを例にとると、IDT4a、4bは、ギャップを隔てて隣り合っている。IDT4a、4bでは、該ギャップに面している電極指を含む複数本の電極指のピッチが、当該IDT4a、4bの残りの主体となる電極指部分に比べて電極指ピッチが狭くされている。この電極指ピッチが相対的に狭い電極指部が狭ピッチ電極指部Nである。

【0050】

１ＤＴ４ｂ、４ｃが隣り合っている部分においても、１ＤＴ４ｂ、４ｃは、それぞれ、狭ピッチ電極指部Ｎを有する。狭ピッチ電極指部Ｎを設けることにより、ギャップを隔てて一對のＩＤＴが隣り合う部分の不連続性が緩和され、かつＩＤＴ間のギャップを調整することにより、帯域幅の広いバンドパスフィルタを得ることが可能となる。このような狭ピッチ電極指部を設けたことによる効果は、例えば前述した特許文献４に記載のように従来より知られている。

【００５１】

縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部５も、同様に第１～第３のＩＤＴ５ａ～５ｃ及び反射器５ｄ、５ｅを有する。そして、ＩＤＴ５ａ～５ｃもまた、狭ピッチ電極指部Ｎを有する。

【００５２】

不平衡入力端子３には、弾性表面波フィルタ部４、５の中央に位置している第２のＩＤＴ４ｂ、５ｂが電氣的に接続されている。ＩＤＴ４ｂ、５ｂの他端はアース電位に接続されている。

【００５３】

弾性表面波フィルタ部４において、第２のＩＤＴ４ｂの両側に位置している第１、第３のＩＤＴ４ａ、４ｃは、１ポート型弾性表面波共振子６を介して第１の平衡出力端子７に電氣的に接続されている。

【００５４】

同様に、弾性表面波フィルタ部５においては、中央の第２のＩＤＴ５ｂが不平衡入力端子３に接続されている。ＩＤＴ５ｂの両側に位置する第１、第３のＩＤＴ５ａ、５ｃが、１ポート型弾性表面波共振子８を介して第２の平衡出力端子９に電氣的に接続されている。第１の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部４と、第２の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部５とは、入力信号に対する出力信号の位相が約１８０度異なっていることを除いては、全て同様とされている。

【００５５】

上記のように、ＩＤＴ５ａ、５ｃは、第１の弾性表面波フィルタ部４におけるＩＤＴ４ａ、４ｃと位相は１８０度反転されている。従って、第１の平衡出力端子７から取出される信号と、第２の平衡信号端子９から取出される信号の位相が１８０度反転されている。よって、本実施形態では、不平衡入力端子３と、第１、第２の平衡出力端子７、９とを有するバランス型弾性表面波フィルタ１が構成されている。

【００５６】

１ポート型弾性表面波共振子６、８は同じ電極構造を有するように構成されている。

【００５７】

上記１ポート型弾性表面波共振子６が接続されているのは、通過帯域近傍の減衰量の拡大及びフィルタ特性の急峻性を高めることができるからである。また、１ポート型弾性表面波共振子６、８の接続により、通過帯域内における後述の複数の共振モードのインピーダンスを調整することも可能となる。もっとも、表面波共振子６、８は用いられずともよい。

【００５８】

なお、１ポート型弾性表面波共振子６、８は、反射器を有しない構造であってもよい。

【００５９】

第１、第２の弾性表面波フィルタ部４、５の各第２のＩＤＴ４ｂ、５ｂの狭ピッチ電極指部Ｎの電極指ピッチをＰ１、第１、第３のＩＤＴ４ａ、４ｃ、５ａ、５ｃの狭ピッチ電極指部Ｎの電極指ピッチをＰ２とする。また、各第２のＩＤＴ４ｂ、５ｂの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をＫ１、第１、第３のＩＤＴの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をＫ２とする。さらに、第１、第２の弾性表面波フィルタ部４、５の第２のＩＤＴ４ｂ、５ｂの狭ピッチ電極指部の電極指の本数をＫ１ｎ、第１、第３のＩＤＴ４ａ、４ｃ、５ａ、５ｃの狭ピッチ電極指部の電極指の本数をＫ２ｎとする。本実施形態の特徴は、 $P1 > P2$ 、 $K1n = K2n$ 及び $1.12 \leq K1/K2 \leq 1.65$ と

されていることにある。これによつて、ノイズノイズにのみ影響を受けることなく、不平衡入力端子3と平衡出力端子7, 9とのインピーダンス比を容易に変化させることができる。特に、IDTの電極指の本数だけでなく、狭ピッチ電極指部Nのピッチ比をも調整することにより、インピーダンス比を変化させることができるので、不平衡信号端子と平衡信号端子のインピーダンス比を正確に例えば1:2とすることが可能となる。

【0060】

特に、第1, 第2の弾性表面波フィルタ部4, 5におけるメタライゼーションレシオを d 、電極指交叉幅を W としたとき、 $67.4\lambda I \leq W/d \leq 74.3\lambda I$ (但し、 λI はIDTの波長)とされている場合には、不平衡入力端子3側のインピーダンスを 50Ω として、平衡出力端子7, 9側のインピーダンスを 100Ω に確実に設定することが容易となる。これを、具体的な実験例を参照しつつ、より詳細に説明する。

【0061】

なお、本明細書の添付の図面の電極構造では、図示を容易とするために、IDTや反射器の電極指の本数は、実際の電極指の本数よりも少なく図示されていることを指摘しておく。

【0062】

以下の仕様で弾性表面波フィルタ1を作製した。

【0063】

縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部4の電極指交叉幅を $51.0\lambda I$ とした。 λI は、IDTの狭ピッチ電極指部以外の電極指ピッチであり、IDT4a~4cにおいて、電極指交叉幅は全て等しくした。

【0064】

IDT4aの電極指の本数は22本(3本)であり、IDT4bの電極指の本数は(3本)31本(3本)であり、IDT4cの電極指の本数は(3本)22本とした。なお、カッコ内の電極指の本数は、1つの狭ピッチ電極指部Nの電極指の本数であり、カッコ外の電極指の本数は、狭ピッチ電極指部N以外の電極指の本数である。

【0065】

反射器4d, 4eのそれぞれの電極指の本数: 85本。

【0066】

IDT4a~4c及び反射器4d, 4eにおけるメタライゼーションレシオ: 狭ピッチ電極指部以外は0.72、狭ピッチ電極指部Nでは0.68とした。

【0067】

電極膜厚 $=0.092\lambda I$ 。

【0068】

なお、弾性表面波フィルタ部5は、IDT5a, 5cの向きがIDT4a, 4cと反転されていることを除いては、上記と同様に設計した。

【0069】

1ポート型弾性表面波共振子6の仕様

電極指交叉幅: $23.8\lambda I$ (但し、 λI は、IDT6aの電極指ピッチで定まる波長とする)。

【0070】

IDTの電極指の本数: 161本。

反射器6a, 6cのそれぞれの電極指の本数: 15本。

【0071】

メタライゼーションレシオ: 0.60。

電極膜厚: $0.095\lambda I$ 。

なお、圧電基板2としては、 40 ± 5 度YカットX伝搬のLiTaO₃基板を用い、上記各電極はA1により形成した。このようにして、不平衡入力端子3の入力インピーダンスが 50Ω 、平衡出力端子7, 9のインピーダンスが 100Ω である、DCS受信用フィルタを設計した。

上記のようにして設計した弾性表面波フィルタ1の特性を図2～図4に示す。図2は、上記弾性表面波フィルタ1の減衰量周波数特性を示す。また、図3は、上記弾性表面波フィルタ1のVSWR特性を示す。図4(a)及び(b)は、不平衡信号端子側における反射特性S11及び平衡信号端子側における反射特性S22を示すスミスチャートである。なお、本明細書に添付の図面においては、以下、弾性表面波フィルタの不平衡信号端子側の反射特性をS11、平衡信号端子側の反射特性をS22とする。

【 0 0 7 3 】

本実施形態の特徴の1つは、不平衡入力端子3に接続されているIDT4b、5bの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチP1と、平衡出力端子7、9に接続されているIDT4a、4c、5a、5cの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチP2とが異なっていることにある。すなわち、IDT4a～4c、5a～5cの狭ピッチ電極指部N以外の主たる電極指部の電極指ピッチで定まる波長を λI としたときに、第2のIDT4b、5bの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチP1は $0.454\lambda I$ とされており、第1、第3のIDT4a、4c、5a、5cの狭ピッチ電極指部のピッチP2は、 $0.438\lambda I$ とされている。従って、平衡出力端子7、9に接続されているIDT4a、4c、5a、5cにおける狭ピッチ電極指部の電極指ピッチP2よりも、不平衡入力端子3に接続されているIDT4b、5bの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチP1が大きくされている。

【 0 0 7 4 】

比較のために、狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチを全て $0.447\lambda I$ と等しくしたことを除いては、上記実施形態のバランス型弾性表面波フィルタ1と同様に構成されたバランス型弾性表面波フィルタのフィルタ特性を図5～図7に示す。図5は、比較のために用意した上記弾性表面波フィルタの減衰量周波数特性を示し、図6は、VSWR特性を示す。図7(a)及び(b)は、反射特性S11、S22をそれぞれ示す。

【 0 0 7 5 】

なお、DCS受信用フィルタの通過帯域は $1805\sim 1880\text{MHz}$ である。図2及び図3と、図5、図6とを比較すれば明らかなように、比較のために用意した弾性表面波フィルタでは、上記通過帯域内における最大挿入損失が 2.16dB であり、VSWRの最大値が 2.00 であったのに対し、上記実施形態の弾性表面波フィルタ1では、通過帯域内における最大挿入損失は 2.13dB と小さくなり、通過帯域内におけるVSWRの最大値も 1.83 と小さくなるのがわかる。従って、本実施形態によれば、通過帯域内における最大挿入損失を約 0.15dB に改善することができ、VSWRについても約 0.20 改善し得ることがわかる。

【 0 0 7 6 】

本実施形態において、上記のように通過帯域内における挿入損失及びVSWRを改善し得る理由を、図8～図13を参照して説明する。まず、図1に示した電極構造において、不平衡入力端子3のインピーダンスを 50Ω 、平衡出力端子7、9のインピーダンスを 150Ω となるように弾性表面波フィルタを設計した場合の反射特性S11及びS22を図8(a)及び(b)に示す。このときの設計パラメータは以下の通りである。

弾性表面波フィルタ部の電極指交叉幅= $41.7\lambda I$ 。

IDT4aの電極指の本数：20本(3本)、IDT4bの電極指の本数：(3本)3本(3本)、IDT4cの電極指の本数(3本)20本。

【 0 0 7 7 】

反射器の電極指の本数：85本。

メタライゼーションレシオ： 0.72 (狭ピッチ電極指部のメタライゼーションレシオは 0.68)。

電極膜厚： $0.092\lambda I$ 。

狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチ： $0.444\lambda I$ 。

図9(a)及び(b)は、上記のようにして設計された弾性表面波フィルタの反射特性を、不平衡入力端子のインピーダンスを 50Ω 、平衡出力端子のインピーダンスを 100

として元の端口の反射係数は S_{11} 、 S_{22} を小さく。図9から明らかなように、 S_{22} 側のインピーダンスは、整合点である 100Ω から大きくずれることとなる。

【0078】

次に、 S_{22} 側のインピーダンスを 100Ω とするために、第1、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部4、5の電極指交叉幅を $41.7\lambda I$ から $751.0\lambda I$ に変更した場合の特性を図10(a)及び(b)に示す。このとき、 S_{22} 側のインピーダンスを約 100Ω となる。しかしながら、 S_{11} 側のインピーダンスは整合点である 50Ω から大きくずれることとなる。

【0079】

次に、 S_{11} 側のインピーダンスを高くし、かつ S_{22} 側のインピーダンスを低くするために、IDT4b、5bの電極指の本数を少なくし、IDT4a、4c、5a、5cの電極指の本数を多くした。すなわち、 $20(3)/(3)33(3)/(3)20$ の構成から $22(3)/(3)31(3)/(3)22$ と変更した。このようにして変更された弾性表面波フィルタの反射特性を図11(a)及び(b)に示す。図11から明らかなように、この場合には、縦結合共振子型弾性表面波フィルタの通過帯域を形成している3つの共振A～Cのうち、共振Aのインピーダンスは S_{11} 側で所望の通り高くなっており、 S_{22} 側で低くなっている。しかしながら、共振B及び共振Cのインピーダンスはほとんど変化していないことがわかる。

【0080】

なお、上記共振A～Cとは、図14及び図15に示すように、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部の通過帯域を構成する3つの共振A～Cをいうものとする。ここでは、周波数の低い順から共振A、共振B及び共振Cが現われ、図15から明らかなように、共振Aは2次モードの共振であり、共振Bは0次モードの共振である。

【0081】

次に、図11(a)及び(b)に示した反射特性 S_{11} 、 S_{22} を得た構成から、IDT4a、4c、5a、5cの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチを $0.438\lambda I$ に変更した場合の特性を図12(a)及び(b)に示す。すなわち、狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを $0.444\lambda I$ だから $0.438\lambda I$ に変更した。その結果、図12(a)から明らかなように、 S_{11} 側の共振A～Cの集中度、すなわちインピーダンスの集中度が向上していることがわかる。しかしながら、同時に、 S_{11} 側における共振Bのインピーダンスが容量性となりすぎ、さらに S_{22} 側の共振Cが誘導性になりすぎていることがわかる。

【0082】

次に、図11に示した特性を得た構成から、IDT4b、5bの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチを、 $0.454\lambda I$ に変更した場合の特性を図13(a)及び(b)に示す。すなわち、狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチを $0.444\lambda I$ から $0.454\lambda I$ に変更した場合の特性を図13(a)及び(b)に示す。この場合には、IDT4a、4c、5a、5cの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチP2を小さくした場合とは逆に、 S_{11} 側のインピーダンス集中度は悪化するものの、 S_{11} 側における共振Bのインピーダンスが誘導性になり、 S_{22} 側の共振Cが容量性となるように変化しているすなわち、平衡出力端子7、9に接続されているIDT4a、4c、5a、5cの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチP2を小さくすると、IDT4b、5bの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチP1を大きくすることにより、それぞれのデメリットをカバーし得ることがわかる。従って、このような構成を有するため、上記実施形態のバランス型弾性表面波フィルタ1では、図4(a)及び(b)に示されているように、平衡入力端子3のインピーダンスと平衡出力端子7、9のインピーダンス比を調整しつつ、フィルタ特性の悪化を抑制し得ることがわかる。

【0083】

次に、 $P1 > P2$ となるように構成した弾性表面波フィルタ1において、不平衡入力端子3と、平衡出力端子7、9のインピーダンス比が約1:2とされている場合に、良好な

電極指の付加が得られる I D T の電極指の対数及び交叉幅を調べた。和を四捨五入に示す。

【0084】

すなわち、狭ビッチ電極指部の電極指を除いた I D T の電極指の本数、例えば上記実施形態の I D T 4 a ~ 4 c では、 $22/31/22$ である。この狭ビッチ電極指部の電極指を除いた I D T 4 a ~ 4 c の電極指の本数を変化させ、さらに電極指交叉幅を変化させ、種々の弾性表面波フィルタ 1 を作製し、V S W R を測定した。なお、I D T 5 a ~ 5 c は、I D T 4 a ~ 4 c と同様とされている。

【0085】

図 16 から明らかなように、従来のバランス型弾性表面波フィルタにおける V S W R の値 2.0 よりも V S W R が小さくなり、改善される範囲は、以下の範囲であることがわかる。なお、以下において、K 1 は、中央の第 2 の I D T 4 b, 5 b において狭ビッチ電極指部 N の電極指を除いた残りの電極指部の電極指の本数であり、K 2 は、第 1, 第 3 の I D T 4 a, 4 c, 5 a, 5 c において、狭ビッチ電極指部 N の電極指を除いた残りの電極指部の電極指の本数である。

【0086】

I D T 本数	K 1 / K 2	交叉幅 W 範囲
$26/29/26$	1.12	$46.0 \sim 54.0 \lambda I$
$24/29/24$	1.21	$46.5 \sim 54.5 \lambda I$
$22/31/22$	1.41	$48.5 \sim 54.5 \lambda I$
$20/33/20$	1.65	$48.5 \sim 53.5 \lambda I$

すなわち、 $P1 > P2$ かつ $1.12 \leq K1/K2 \leq 1.65$ 、さらに電極指交叉幅を $48.5 \lambda I \leq W \leq 53.5 \lambda I$ とすれば、良好なフィルタ特性の得られることがわかる。

【0087】

もっとも、公知のように、メタライゼーションレシオを変化させた場合、容量が変化するため、電極指交叉幅の最適値が変化することが知られている。従って電極指交叉幅 W の値は、狭ビッチ電極指部 N 以外の電極指のメタライゼーションレシオ d とした場合、 $67.4 \lambda I \leq W/d \leq 74.3 \lambda I$ とすることが望ましい。このようにして不平衡入力端子 3 のインピーダンスを 50Ω とし、平衡出力端子 7, 9 のインピーダンスを確実に 100Ω とすることができ、入力インピーダンスが 100Ω の I C に接続される、良好なフィルタ特性を有するバランス型弾性表面波フィルタ 1 を容易に提供することが可能となる。

【0088】

特に、上記実施形態では、電極指の対数すなわち電極指の本数だけでなく、狭ビッチ電極指部の電極指ピッチ P 1, P 2 を変更するため、不平衡入力端子 3 のインピーダンスと、平衡出力端子 7, 9 のインピーダンスとの比を正確に 1 : 2 に設定することができる。

【0089】

なお、本実施形態では、 $K1n = K2n$ とされていたが、不平衡信号端子に接続されている第 2 の I D T 4 b, 5 b の狭ビッチ電極指部の電極指の本数 K 1 n は、平衡信号端子に接続されている第 1, 第 2 の I D T 4 a, 4 c, 5 a, 5 c の狭ビッチ電極指部の電極指の本数 K 2 n と等しい必要は必ずしもない。もっとも、上記のように $K1n = K2n$ とすることにより、I D T の設計が容易となり、かつ I D T が隣り合っている部分の不連続性を緩和する狭ビッチ電極指部の効果をより一層高めることができ、好ましい。

【0090】

(第 2 の実施形態)

第 1 の実施形態のバランス型弾性表面波フィルタ 1 と同様の電極構造を有するバランス型弾性表面波フィルタを作製した。なお、電極構造は第 1 の実施形態と同様であるため、以下においては、第 2 の実施形態の弾性表面波フィルタの各部分の参照番号は、第 1 の弾性表面波フィルタ 1 の場合と同様とし、図 1 を援用することとする。

【0091】

第 2 の実施形態の弾性表面波フィルタの構成が、第 1 の実施形態の弾性表面波フィルタと異なるところは以下の 3 点であり、その他の点は同一である。

【 0 0 9 2 】

(1) I D T 4 a ~ 4 c , 5 a ~ 5 c の電極指の対数 : 2 2 (5) / (3) 3 1 (3) / (5) 2 2 、但し、カッコ内の電極指の本数は 1 つの狭ピッチ電極指部の電極指の本数であり、カッコ外の電極指の本数は、狭ピッチ電極指部を除いた I D T の電極指の本数である。I D T 5 a ~ 5 c の電極指の本数は、I D T 4 a ~ 4 c と等しくした。

【 0 0 9 3 】

(2) 第 2 の I D T 4 b , 5 b の狭ピッチ電極指部 N のピッチ $P 1 = 0 . 4 3 7 \lambda$ I

(3) 第 1 , 第 3 の I D T 4 a , 4 c , 5 a , 5 c の狭ピッチ電極指部 N の電極指ピッチ $P 2 = 0 . 4 6 2 \lambda$ I

すなわち、不平衡入力端子 3 に接続されている I D T 4 b , 5 b の狭ピッチ電極指部 N の電極指の本数 $N 1$ よりも、平衡出力端子 7 , 9 に接続されている I D T 4 a , 4 c , 5 a , 5 c の狭ピッチ電極指部 N の電極指の本数 $N 2$ を多くし、かつ電極指ピッチ $P 1$ よりも電極指ピッチ $P 2$ を大きくしている。

【 0 0 9 4 】

図 1 7 及び図 1 8 は、第 2 の実施形態の弾性表面波フィルタの減衰量周波数特性及び V S W R 特性を示し、図 1 9 (a) 及び (b) は、S 1 1 側の反射特性及び S 2 2 側の反射特性を示すスミスチャートである。

【 0 0 9 5 】

図 5 ~ 図 7 と、図 1 7 ~ 図 1 9 とを比較すれば明らかなように、第 2 の実施形態では D C S 受信フィルタの通過帯域内における最大挿入損失は 1 . 9 6 d B であり、V S W R の最大値は 1 . 9 0 である。従って、図 5 ~ 図 7 に示した特性の比較例に比べて、第 2 の実施形態によれば、通過帯域内における最大挿入損失を約 0 . 2 0 d B に低減することができ、V S W R についても約 0 . 1 0 低減し得ることがわかる。

【 0 0 9 6 】

第 2 の実施形態において、上記のように比較例に比べてフィルタ特性が改善される理由は以下の通りである。前述した以下の実施形態の原理を説明するのに用いた図 1 1 (a) 及び (b) の反射特性から明らかなように、S 1 1 側のインピーダンスを高くし、S 2 2 側のインピーダンスを低くするには、I D T の電極指の本数を変更すればよい。この図 1 1 に示した反射特性から平衡出力端子 7 , 9 に接続されている狭ピッチ電極指部 N の電極指の本数を 3 本から 5 本に増加させた場合の S 1 1 側及び S 2 2 側の反射特性を図 2 0 (a) 及び (b) に示す。図 2 0 から明らかなように、変更により、S 1 1 側及び S 2 2 側の双方の反射特性において共振 B がインピーダンス整合点に近づいていることがわかる。すなわち、I D T の電極指の本数だけでは調整できなかった共振 B のインピーダンスを、平衡出力端子 7 , 9 に接続されている I D T 4 a , 4 c , 5 a , 5 c の狭ピッチ電極指部 N の電極指の本数を変更することにより調整することができた。そして、最終的に不平衡入力端子 3 及び平衡出力端子 7 , 9 にそれぞれ接続されている I D T 4 a ~ 4 c , 5 a ~ 5 c の狭ピッチ電極指部 N の電極指の本数を最適化することにより、上述した第 2 の実施形態の特性が得られている。

【 0 0 9 7 】

上記のように、第 2 の実施形態では、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 4 , 5 の第 2 の I D T を不平衡入力端子 3 に接続し、両側の I D T 4 a , 4 c , 5 a , 5 c がそれぞれ第 1 , 第 2 の平衡出力端子 7 , 9 に接続されており、それによって平衡 - 不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタにおいて、 $N 1 < N 2$ かつ $P 1 < P 2$ となるように構成することにより、不平衡入力端子 3 と平衡出力端子 7 , 9 のインピーダンス比が約 1 : 2 であるだけでなく、通過帯域内の挿入損失及び V S W R に優れた弾性表面波フィルタを提供し得ることがわかる。

【 0 0 9 8 】

なお、本実施形態では、 $P 1 < P 2$ とされていたが、 $P 1 \neq P 2$ とすれば、本実施形態と同様に、良好なフィルタ特性を確保しつつ、不平衡入力端子 3 と平衡出力端子 7 , 9 のインピーダンス比を約 1 : 2 とすることができ、もっとも、好ましくは、上記のように

、 $1.1 \sim 1.2$ とすることにより、通過帯域内のVSWRをより一層小さくすることができる。

【0099】

（他の実施形態）

第1、第2の実施形態では、インピーダンスを調整するため、不平衡入力端子3に接続されている第2のIDTb、5bの電極指ピッチP1と、平衡出力端子7、9に接続されているIDT4a、4c、5a、5cの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチP2とを異ならせる方法を用いたが、さらに、IDTのデューティをIDT毎に異ならせるなどの他のインピーダンス調整方法を併用してもよい。

【0100】

また、第1、第2の実施形態では、3個のIDTを有し、中央に位置する第2のIDT4b、5bを不平衡入力端子に、左右に位置しているIDT4a、4c、5a、5cを平衡出力端子7、9に接続することにより平衡—不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ1が構成されていた。しかしながら、本発明は、このような電極構造の平衡—不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタに限定されない。図21～図23は、本発明の第3～第5の実施形態の弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平面図である。

【0101】

図21に示すように、第3の実施形態のバランス型弾性表面波フィルタ31では、不平衡入力端子33に、第1、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部34、35が接続されている。弾性表面波フィルタ部34、35は、第1の実施形態の弾性表面波フィルタ1の弾性表面波フィルタ部4、5と同様に構成されている。もっとも、弾性表面波フィルタ部34では、表面波伝搬方向両側の第1、第3のIDT34a、34cが不平衡入力端子33に接続されている。また、中央に位置する第2のIDT34bが1ポート型弾性表面波共振子36を介して第1の平衡出力端子37に電氣的に接続されている。IDT34a～34cが設けられている部分の表面波伝搬方向両側には反射器34d、34eが配置されている。1ポート型弾性表面波共振子36は、1ポート型弾性表面波共振子6と同様に構成されている。

【0102】

第2の弾性表面波フィルタ部35においても、両側の第1、第3のIDT35a、35cが不平衡入力端子33に接続されており、第2のIDT35bが1ポート型弾性表面波共振子38を介して第2の平衡出力端子39に接続されている。すなわち、弾性表面波フィルタ31では、表面波伝搬方向の第1、第3のIDT34a、34c、35a、35cが不平衡入力端子33に、中央の第2のIDT34b、35bが第1、第2の平衡出力端子37、39にそれぞれ電氣的に接続されている。

【0103】

この場合においても、第1の実施形態と同様に、不平衡入力端子33に接続されているIDT34a、34c、35a、35cの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP1とし、平衡出力端子37、39に接続されているIDT34b、35bの狭ピッチ電極指部の電極指のピッチをP2とし、不平衡入力端子33に接続されているIDT34a、34c、35a、35cの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK1、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数をK1n、平衡出力端子37、39に接続されているIDT34b、35bの狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数をK2、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数をK2nとしたときに、 $P1 > P2$ 、及び $1.12 \leq K1/K2 \leq 1.65$ とすることにより、また、好ましくはさらに $K1n = K2n$ とすることにより、通過帯域内の挿入損失及びVSWRが小さく、フィルタ特性が良好であり、かつ不平衡入力端子と平衡出力端子37、39のインピーダンス比が約1：2のバランス型弾性表面波フィルタを提供することができる。

【0104】

なお、第3の実施形態においても、好ましくは、さらに第1、第2の弾性表面波フィルタ部34、35におけるメタライゼーションレシオをd、電極指交叉幅をWとしたとき、

0.1. 4 $\lambda \leq W/d \leq 1.4$. $0.5 \lambda \leq d$ とされ、これによって不平衡入力端子33側のインピーダンスを50Ωとした場合、平衡出力端子37, 39側の出力インピーダンスを容易に100Ωに設定することができる。

【0105】

また、第3の実施形態においても、第2の実施形態と同様に、 $P1 \neq P2$ 、好ましくは、 $P1 < P2$ とし、かつ不平衡入力端子33に接続されているIDT34a, 34c, 35a, 35cの狭ピッチ電極指部の電極指の本数を $N1$ 、第1, 第2の平衡出力端子37, 39にそれぞれ接続されているIDTの狭ピッチ電極指部の電極指の本数を $N2$ としたときに、 $N1 < N2$ とすることにより、複数の共振モードのインピーダンス調整の自由度が高められる。従って、通過帯域内の挿入損失やVSWRが小さく、良好なフィルタ特性を有するだけでなく、不平衡入力端子33と、平衡出力端子37, 39とのインピーダンス比を1:2に設定することが可能となる。

【0106】

図22は、第4の実施形態に係る弾性表面波フィルタ41の電極構造を示す模式的平面図である。第4の実施形態のバランス型弾性表面波フィルタ41では、表面波伝搬方向に沿って5個のIDT42a~42eが配置されている。IDT42a~42eが設けられている領域の表面波伝搬方向両側に反射器42f, 42gが配置されている。IDT42a~42eは、IDT4a~4cと同様に狭ピッチ電極指部Nを有する。すなわち、ギャップを隔てて表面波伝搬方向に隣り合っている一対のIDTは、ギャップに面する電極指を含む一部の電極指のピッチがIDTの残りの部分の電極指ピッチよりも小さくされている。

【0107】

弾性表面波フィルタ41では、IDT42a, 42c, 42eが不平衡入力端子43に接続されている。そして、IDT42b, 42dが第1, 第2の平衡出力端子47, 49にそれぞれ電氣的に接続されている。このような平衡—不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ41においても、不平衡入力端子43に接続されているIDT42a, 42c, 42eの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチを $P1$ 、該狭ピッチ電極指部Nの電極指の本数を $K1n$ 、該狭ピッチ電極指部以外の電極指の本数を $K1$ とし、平衡出力端子47, 49に接続されているIDT42b, 42dの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチを $P2$ 、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数を $K2n$ 、該狭ピッチ電極指部以外の電極指の本数を $K2$ としたとき、 $P1 > P2$ 、及び $1.12 \leq K1/K2 \leq 1.65$ とすることにより、好ましくは、さらに $K1n = K2n$ とすることにより、通過帯域内の挿入損失及びVSWRの低減を図りつつ、不平衡入力端子43と平衡出力端子47, 49とのインピーダンス比を約1:2とすることができる。好ましくは、 $134.8 \lambda \leq W/d \leq 148.6 \lambda$ とすることにより、不平衡入力端子43側のインピーダンスを50Ωとした場合、平衡出力端子47, 49側のインピーダンスを100Ωに容易に設定することができる。

【0108】

第4の実施形態においても、第2の実施形態と同様に、上記とは別に、 $P2 > P1$ 、かつ $N2 > N1$ とすることによっても、不平衡入力端子と平衡出力端子のインピーダンス比を約1:2に容易に設定することができ、かつ通過帯域内の挿入損失及びVSWRの低減を果たすことができる。

【0109】

図23は、第5の実施形態のバランス型弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平面図である。第5の実施形態の弾性表面波フィルタ50は、IDTの数が3個であることを除いては、第4の実施形態の弾性表面波フィルタ41と同様に構成されている。すなわち、第5の実施形態のバランス型弾性表面波フィルタ50では、表面波伝搬方向に沿って3個のIDT42b~42dが配置されている。第1~第3のIDT42b~42dが設けられている領域の表面波伝搬方向両側に反射器42f, 42gが設けられている。

【0110】

従って、図22のIDT42a, 42eが削除されていることを除いて、弾性表面波フ

フィルタは、弾性表面波フィルタと同様に構成されている。よって、同一部分については、同一の参照番号を付することにより、図22に示した説明を援用することとする。

【0111】

本実施形態においても、 $P_1 > P_2$ 、及び $1.12 \leq K_1 / K_2 \leq 1.65$ とすることにより、好ましくは、さらに $K_{1n} = K_{2n}$ とすることにより、第4の実施形態の場合と同様に通過帯域内の挿入損失及びVSWRの低減を図りつつ、不平衡入力端子43と平衡出力端子47、49とのインピーダンス比を約1:2とすることができる。また、好ましくは、 $134.8 \lambda l \leq W/d \leq 148.6 \lambda l$ とすることにより、不平衡入力端子43側のインピーダンスを 50Ω とした場合、平衡出力端子47、49側のインピーダンスを 100Ω に容易に設定することができる。

【0112】

第5の実施形態においても、第2の実施形態と同様に、上記とは別に $N_2 > N_1$ かつ $P_2 \neq P_1$ 、好ましくは $N_2 > N_1$ かつ $P_2 > P_1$ とすることによっても、不平衡入力端子と平衡出力端子のインピーダンス比を約1:2に容易に設定することができ、かつ通過帯域内の挿入損失及びVSWRの低減を果たすことができる。

【0113】

図24は、第6の実施形態のバランス型弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平面図である。第6の実施形態のバランス型弾性表面波フィルタ51では、表面波伝搬方向に沿って5個のIDT52a~52eが配置されている。IDT52a~52eは、IDT42a~42eと同様に狭ピッチ電極指部Nを有する。また、IDT52a~52eが設けられている領域の表面波伝搬方向両側に反射器52f、52gが配置されている。なお、中央のIDT52cは、表面波伝搬方向に分割されたIDT部52c1、52c2を有する。

【0114】

本実施形態では、不平衡入力端子53に、IDT52b、52dが電氣的に接続されている。そして、IDT52aと、IDT部52c1とが第1の平衡出力端子57に電氣的に接続されており、IDT部52c2とIDT52eとが第2の平衡出力端子59に電氣的に接続されており、それによって平衡-不平衡変換機能が実現されている。

【0115】

本実施形態においても、不平衡信号端子である不平衡入力端子53に接続されているIDT52b、52dの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチを P_1 、該狭ピッチ電極指部Nの電極指の本数を K_{1n} 、該狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を K_1 とし、平衡出力端子57、59に接続されているIDT52a、52c、52eの狭ピッチ電極指部Nの電極指ピッチを P_2 、該狭ピッチ電極指部の電極指の本数を K_{2n} 、該狭ピッチ電極指部以外の電極指部の電極指の本数を K_2 としたとき、 $P_1 > P_2$ 、及び $1.12 \leq K_1 / K_2 = 1.65$ とすることにより、好ましくは、さらに $K_{1n} = K_2$ とすることにより、前述した各実施形態と同様にフィルタ特性を損なうことなく、不平衡信号端子と平衡信号端子とのインピーダンス比を約1:2とすることができる。第6の実施形態においても、好ましくは、 $134.8 \lambda l \leq W/d \leq 148.6 \lambda l$ とすることにより、不平衡入力端子53側のインピーダンスを 50Ω とした場合、平衡出力端子57、59側のインピーダンスを容易に 100Ω とすることができる。

【0116】

また、第6の実施形態においても、第2の実施形態と同様に、 $P_1 \neq P_2$ かつ $N_1 < N_2$ 、好ましくは、 $P_1 < P_2$ かつ $N_1 < N_2$ とした構造とすることにより、第2の実施形態と同様に、不平衡入力端子53と平衡出力端子57、59とのインピーダンス比が約1:2であり、しかも通過帯域内の挿入損失及びVSWRが小さい弾性表面波フィルタを提供することができる。

【0117】

図25は、第7の実施形態のバランス型弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平

図4に示す。第1の実施形態の弾性表面波フィルタ1は、図24に示したIDT52a, 52eが省略されていることを除いては、第6の実施形態の弾性表面波フィルタ51とほぼ同様に構成されている。従って、同一部分については、同一の参照番号を付することにより、第6の実施形態において行った説明を援用することとする。

【0118】

本実施形態では、表面波伝搬方向に沿って第1～第3のIDT52b～52dが配置されている。そして、中央の第2のIDT52cが、IDT部52c1, 52c2を有するように分割されている。本実施形態においても、第6の実施形態の場合と同様に、 $P1 > P2$ 、及び $1.12 \leq K1/K2 \leq 1.65$ とすることにより、好ましくは、さらに $K1n = K2n$ とすることにより、フィルタ特性を損なうことなく、不平衡信号端子と平衡信号端子とのインピーダンス比を約1:2とすることができる。第7の実施形態においても、好ましくは、 $134.8 \lambda I \leq W/d \leq 148.6 \lambda I$ とすることにより、不平衡入力端子53側のインピーダンスを 50Ω としたときに、平衡出力端子57, 59側のインピーダンスを容易に 100Ω とすることができる。

【0119】

また、第7の実施形態においても、第2の実施形態と同様にして、 $P1 \neq P2$ かつ $N1 < N2$ 、好ましくは $P1 < P2$ かつ $N1 < N2$ とした構造とすることにより不平衡入力端子53と平衡出力端子57, 59とのインピーダンス比が約1:2であり、しかも通過帯域内の挿入損失及びVSWRが小さい弾性表面波フィルタを提供することができる。

【0120】

なお、第4, 第6の実施形態に係る弾性表面波フィルタ41, 51では、5個のIDT42a～42e及び52a～52eが設けられていた。このように、本発明に係る弾性表面波フィルタでは、第1～第3のIDTからなる3個のIDTだけでなく、5個以上のIDTが表面波伝搬方向に配置されていてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0121】

【図1】 本発明の第1の実施形態に係るバランス型弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平面図。

【図2】 第1の実施形態の弾性表面波フィルタの減衰量一周波数特性を示す図。

【図3】 第1の実施形態の弾性表面波フィルタのVSWR特性を示す図。

【図4】 (a) 及び (b) は、第1の実施形態の弾性表面波フィルタのS1及びS2の各反射特性を示すスミスチャート。

【図5】 比較のために用意した狭ピッチ電極指部の電極指ピッチが全て等しくされている弾性表面波フィルタの減衰量一周波数特性を示す図。

【図6】 比較のために用意した狭ピッチ電極指部の電極指ピッチが全て等しくされている弾性表面波フィルタのVSWR一周波数特性を示す図。

【図7】 (a) 及び (b) は、狭ピッチ電極指部の電極指の本数を全て等しくした比較のために用意した弾性表面波フィルタのS11及びS22の反射特性を示すスミスチャート。

【図8】 (a) 及び (b) は、不平衡信号端子のインピーダンスを 50Ω 及び平衡信号端子のインピーダンスを 150Ω として設計された弾性表面波フィルタのS11及びS22の反射特性を示すスミスチャート。

【図9】 (a) 及び (b) は、不平衡信号端子のインピーダンスを 50Ω 、平衡信号端子のインピーダンスを 100Ω とした場合のS11及びS22の反射特性を示すスミスチャート。

【図10】 (a) 及び (b) は、弾性表面波フィルタの電極指交叉幅を $51.0 \lambda I$ に変更した弾性表面波フィルタのS11及びS22側の反射特性を示す各スミスチャート。

【図11】 (a) 及び (b) は、S11側のインピーダンスを高く、S22側のインピーダンスを低くするために、IDTの電極指を変更した場合のS11及びS22側

の台及び付はをホリヘミヘアード。

【図 1 2】 (a) 及び (b) は、I D T の狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを 0.444λ から 0.438λ に変化した場合の S 1 1 側及び S 2 2 側の反射特性を示すスミスチャート。

【図 1 3】 (a) 及び (b) は、中央の第 2 の I D T の狭ピッチ電極指部の電極指ピッチを 0.444λ から 0.454λ に変更した場合の S 1 1 及び S 2 2 側の反射特性を示す各スミスチャート。

【図 1 4】 バランス型弾性表面波フィルタにおいて現れる 3 つの共振モードを説明するための図。

【図 1 5】 図 1 4 に示した各共振モードの有効電流分布を説明するための図であり、(a) は I D T の概略構成図、(b) は I D T の配置に対応した各共振モードを示す図。

【図 1 6】 電極指交叉幅及び I D T の電極指部分の電極指の本数を変化させた場合の V S W R の変化を示す図。

【図 1 7】 第 2 の実施形態の弾性表面波フィルタの減衰量一周波数特性を示す図。

【図 1 8】 第 2 の実施形態の弾性表面波フィルタの V S W R 特性を示す図。

【図 1 9】 (a) 及び (b) は、第 2 の実施形態の弾性表面波フィルタにおける S 1 1 側及び S 2 2 側における反射特性を示すスミスチャート。

【図 2 0】 (a) 及び (b) は、第 2 の実施形態の弾性表面波フィルタにおいて、平衡信号端子に接続されている狭ピッチ電極指部の電極指の本数を 3 本から 5 本に増加させた場合の S 1 1 側及び S 2 2 側における反射特性を示すスミスチャート。

【図 2 1】 本発明の第 3 実施形態に係る弾性表面波フィルタを示す模式的平面図。

【図 2 2】 本発明の第 4 の実施形態に係る弾性表面波フィルタを示す模式的平面図。

【図 2 3】 本発明の第 5 の実施形態に係る弾性表面波フィルタを示す模式的平面図。

【図 2 4】 本発明の第 6 の実施形態に係る弾性表面波フィルタを示す模式的平面図。

【図 2 5】 本発明の第 7 の実施形態に係る弾性表面波フィルタを示す模式的平面図。

【図 2 6】 従来のバランス型弾性表面波フィルタの一例を示す模式的平面図。

【図 2 7】 従来のバランス型弾性表面波フィルタの他の例を説明するための模式的平面図。

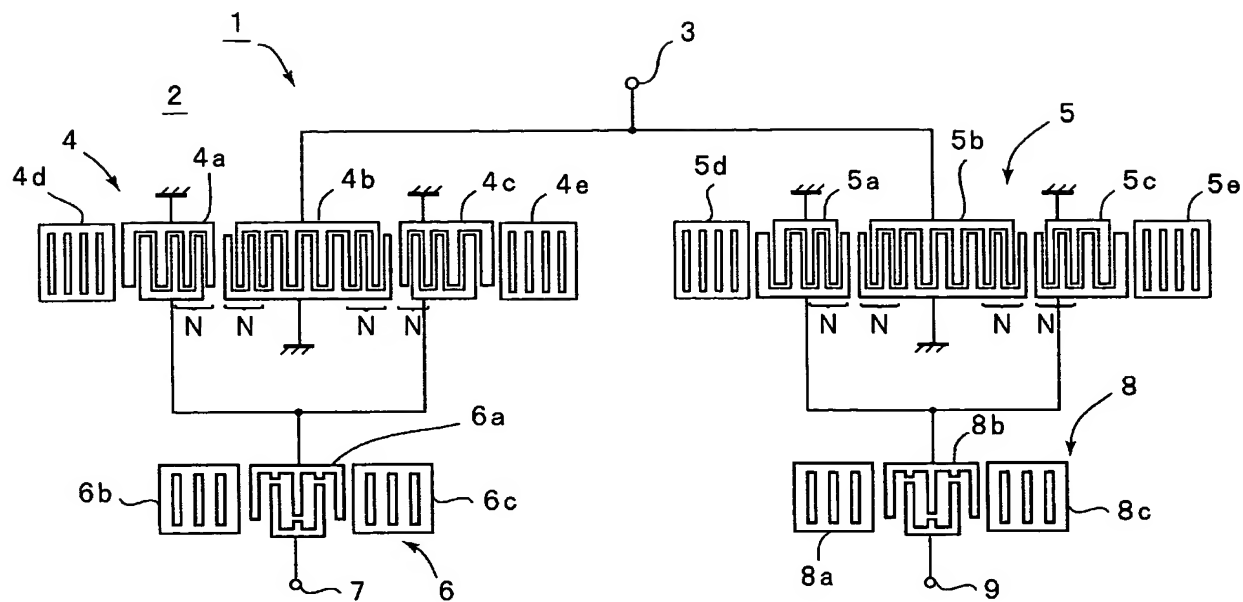
【符号の説明】

【 0 1 2 2 】

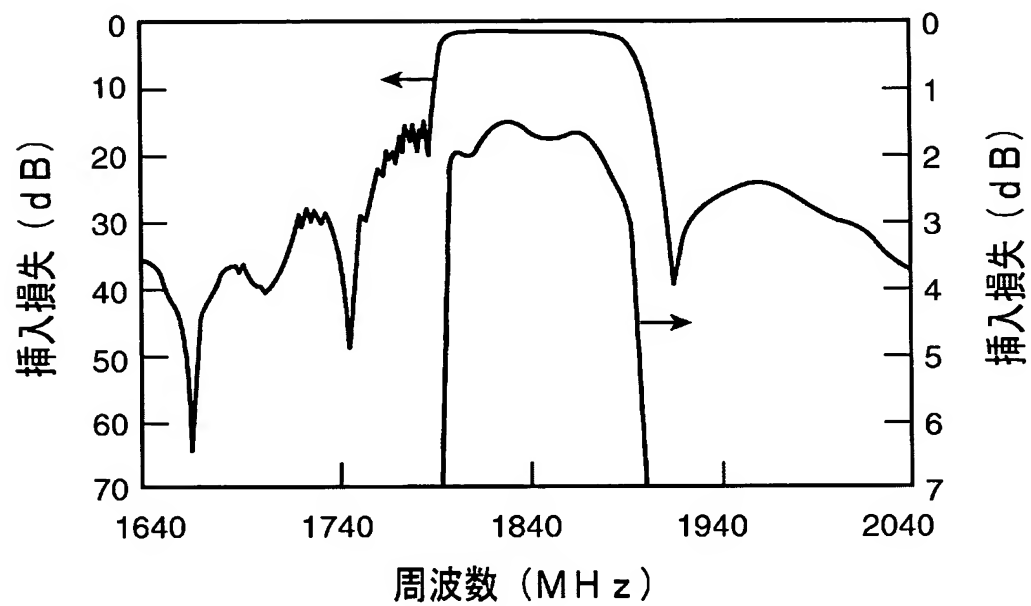
- 1 … バランス型弾性表面波フィルタ
- 2 … 圧電基板
- 3 … 不平衡入力端子
- 4 … 第 1 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部
- 4 a ~ 4 c … 第 1 ~ 第 3 の I D T
- 4 d , 4 e … 反射器
- 5 … 第 2 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部
- 5 a ~ 5 c … 第 1 ~ 第 3 の I D T
- 5 d , 5 e … 反射器
- 6 … 1 ポート型弾性表面波共振子
- 7 … 第 1 の平衡出力端子
- 8 … 1 ポート型弾性表面波共振子
- 9 … 第 2 の平衡出力端子
- 2 1 … バランス型弾性表面波フィルタ
- 2 2 … 圧電基板
- 2 3 … 不平衡入力端子
- 2 4 a ~ 2 4 e … I D T
- 2 4 f , 2 4 g … 反射器
- 2 5 , 2 6 … 第 1 , 第 2 の平衡信号端子

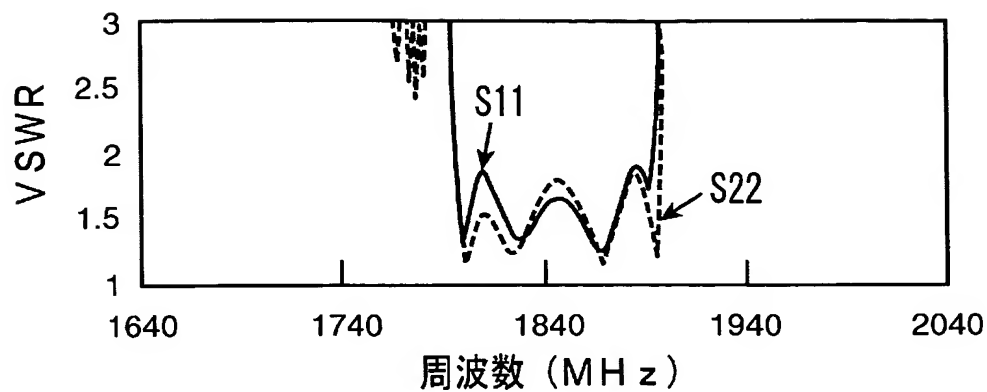
3 1 … ハフマンへ至弾性表面波フィルタ
3 2 … 圧電基板
3 3 … 不平衡入力端子
3 4 , 3 5 … 弾性表面波フィルタ部
3 4 a ~ 3 4 e … I D T
3 4 c 1 , 3 4 c 2 … I D T 分割部
3 4 f , 3 4 g … 反射器
3 7 , 3 9 … 平衡出力端子
4 1 … 弾性表面波フィルタ
4 2 a ~ 4 2 e … I D T
4 3 … 不平衡入力端子
4 7 , 4 9 … 平衡出力端子
5 0 , 5 1 … 弾性表面波フィルタ
5 2 a ~ 5 2 e … I D T
5 2 f , 5 2 g … 反射器
5 3 … 不平衡入力端子
5 7 , 5 9 … 平衡出力端子
7 0 … 弾性表面波フィルタ
N … 狭ピッチ電極指部

【図 1】

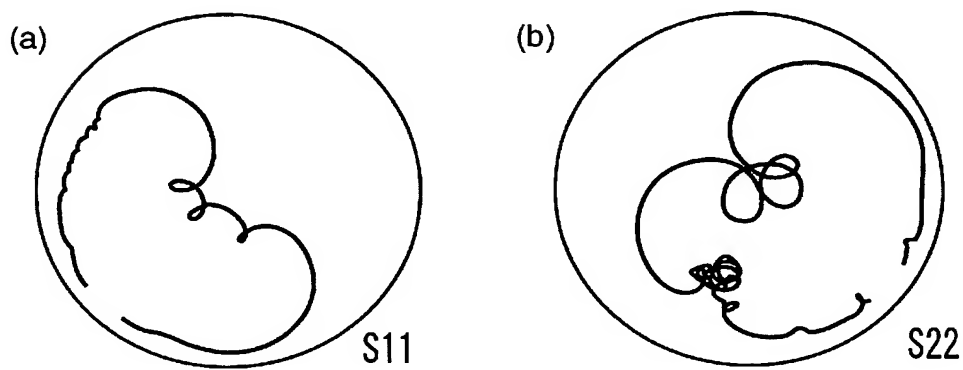


【図 2】

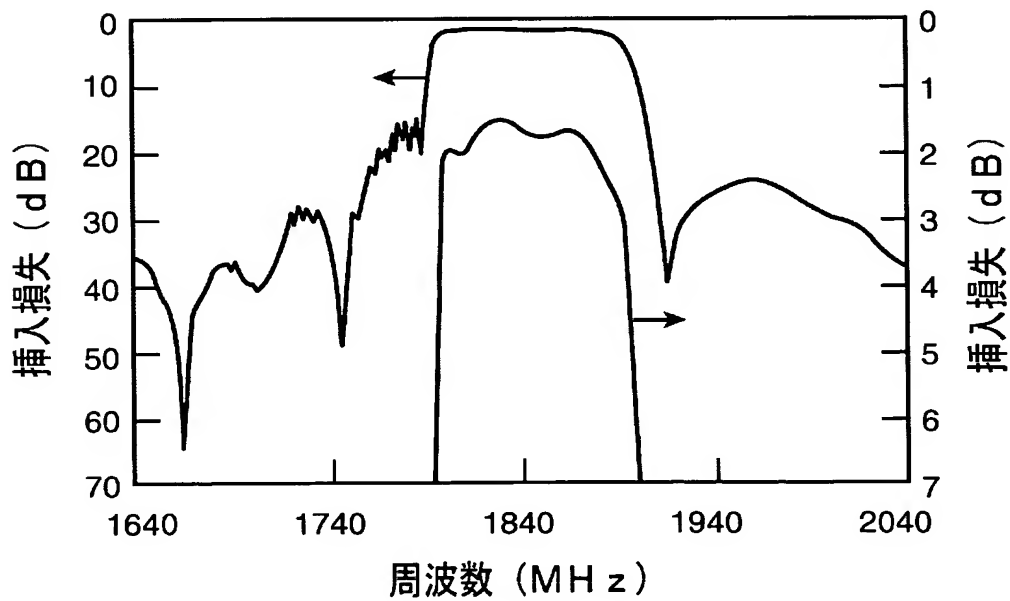


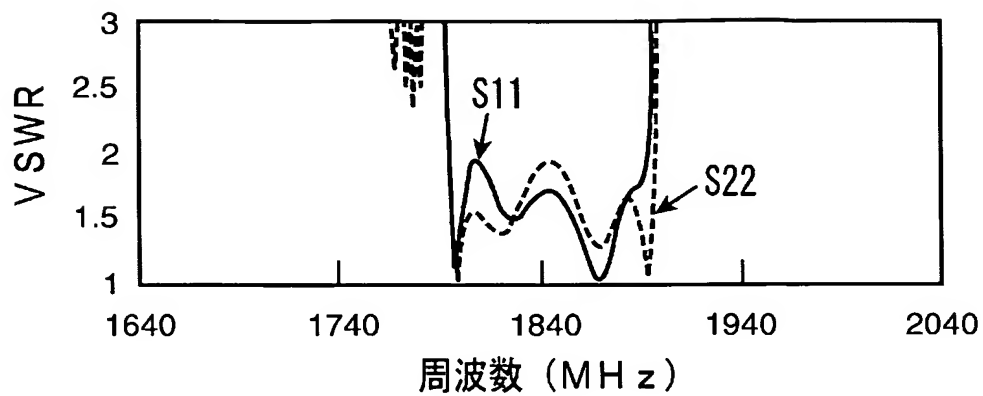


【图 4】

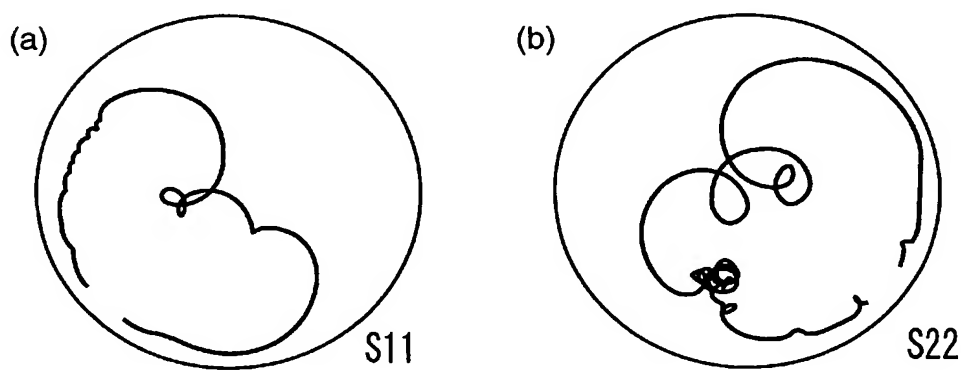


【图 5】

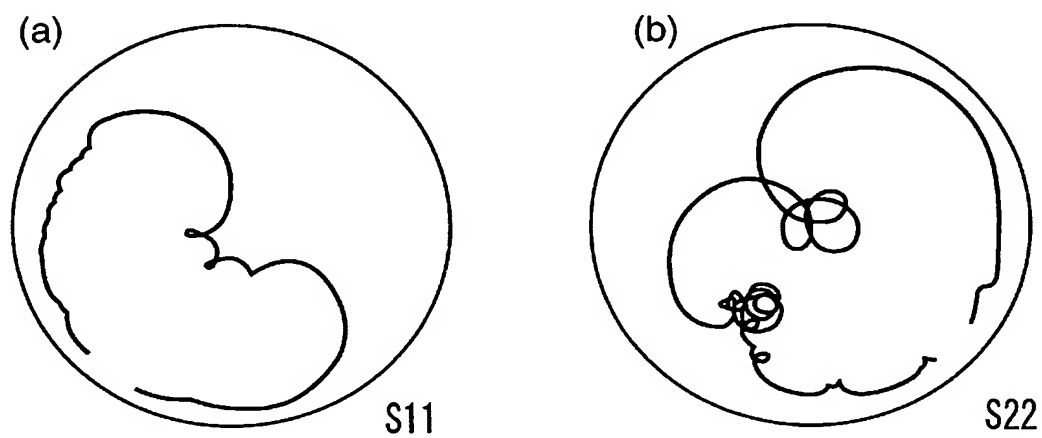


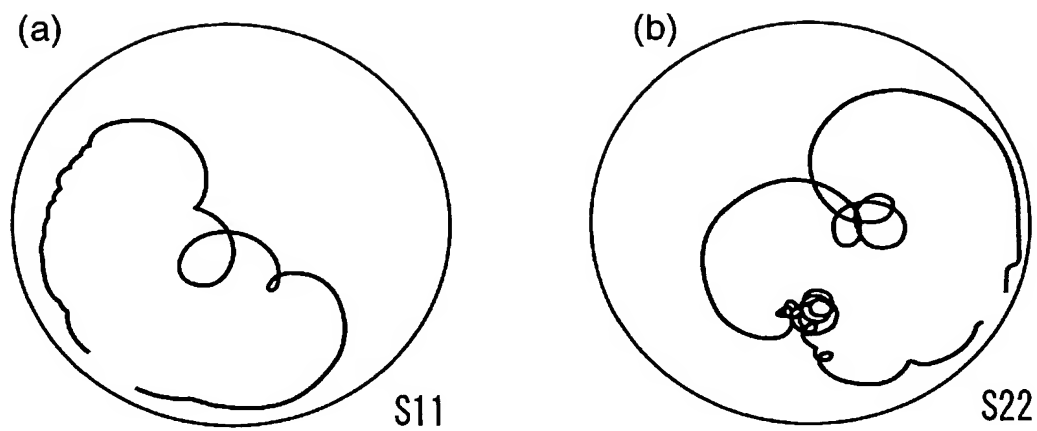


【图 7】

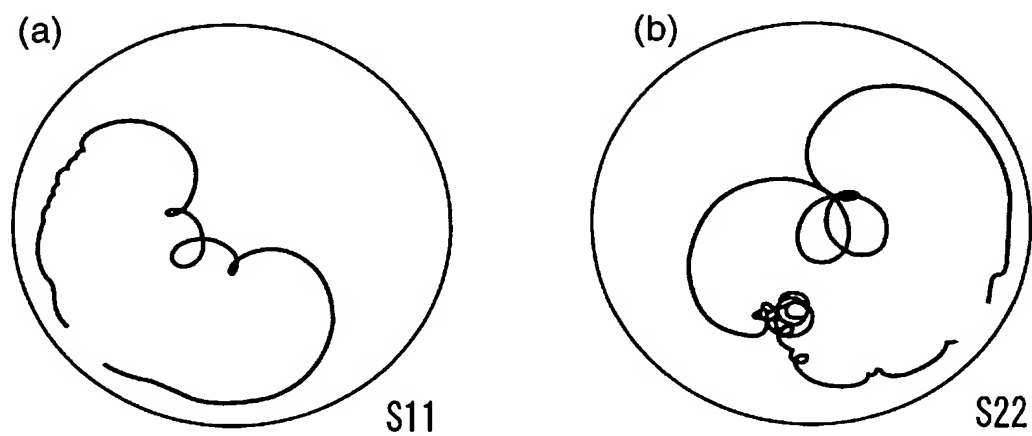


【图 8】

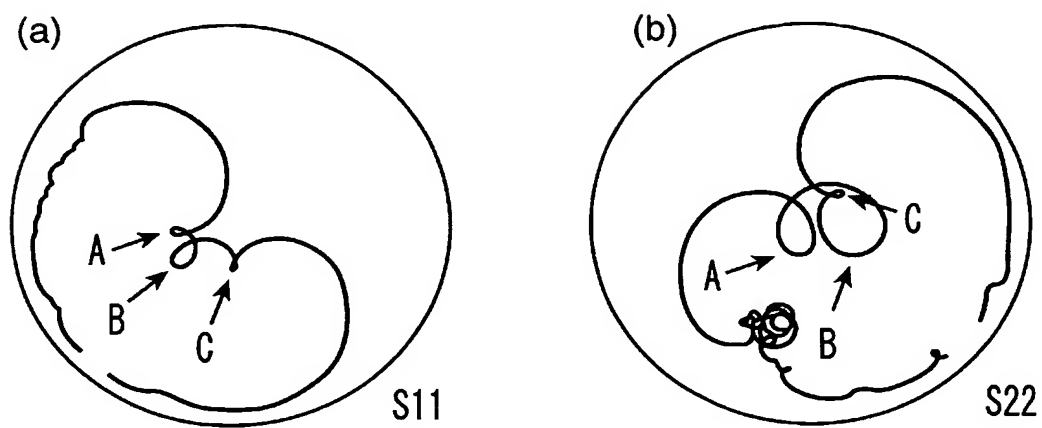


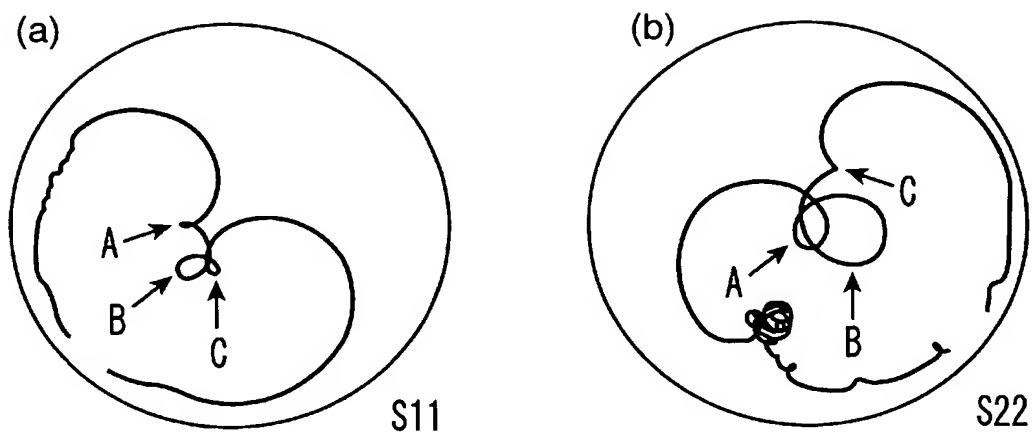


【图 10】

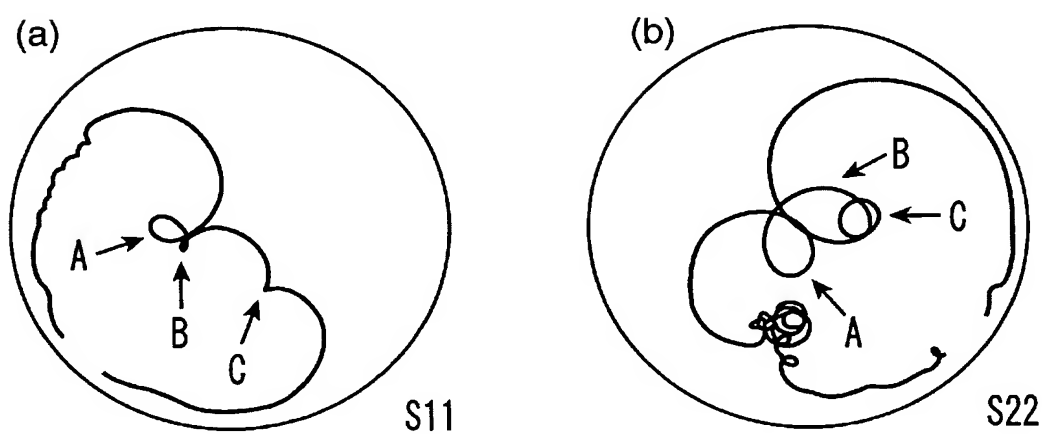


【图 11】

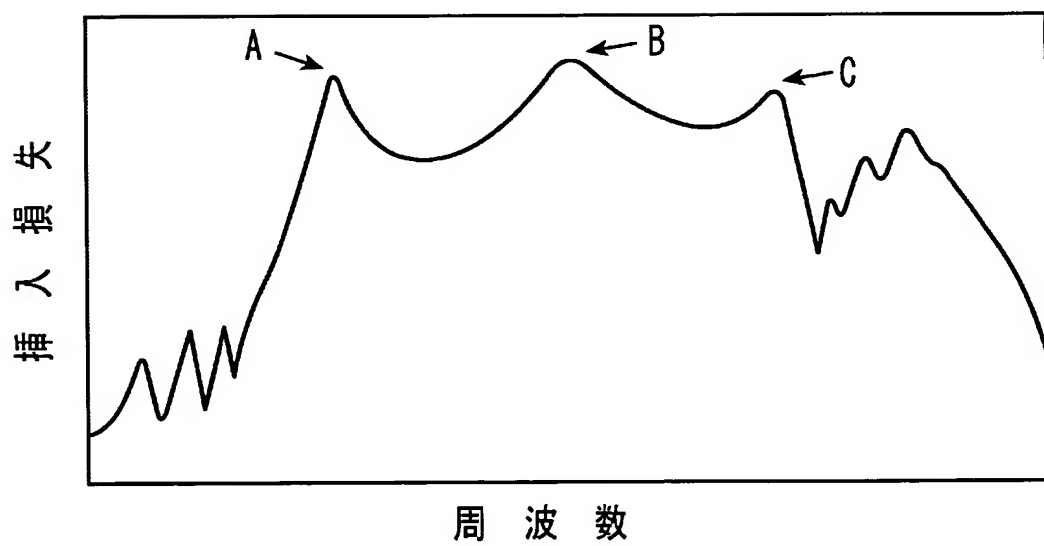


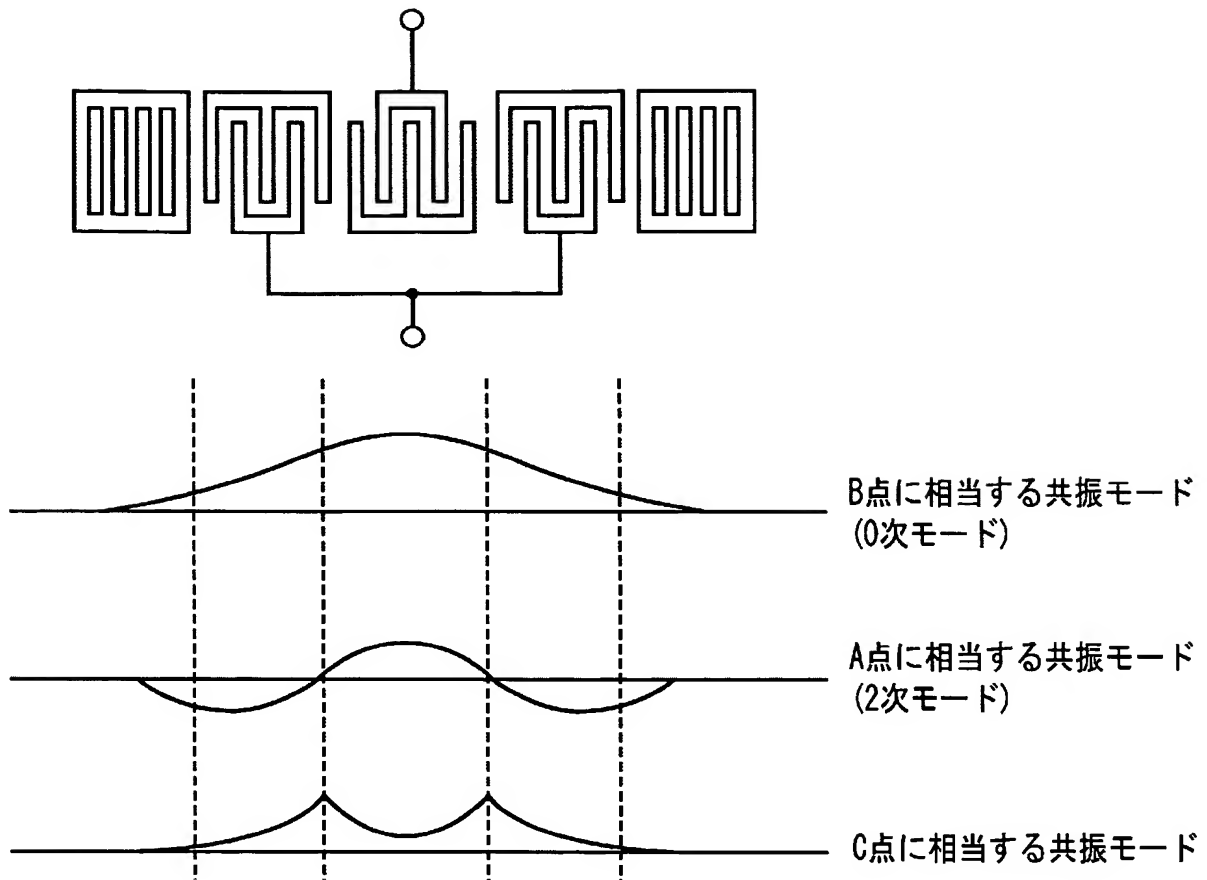


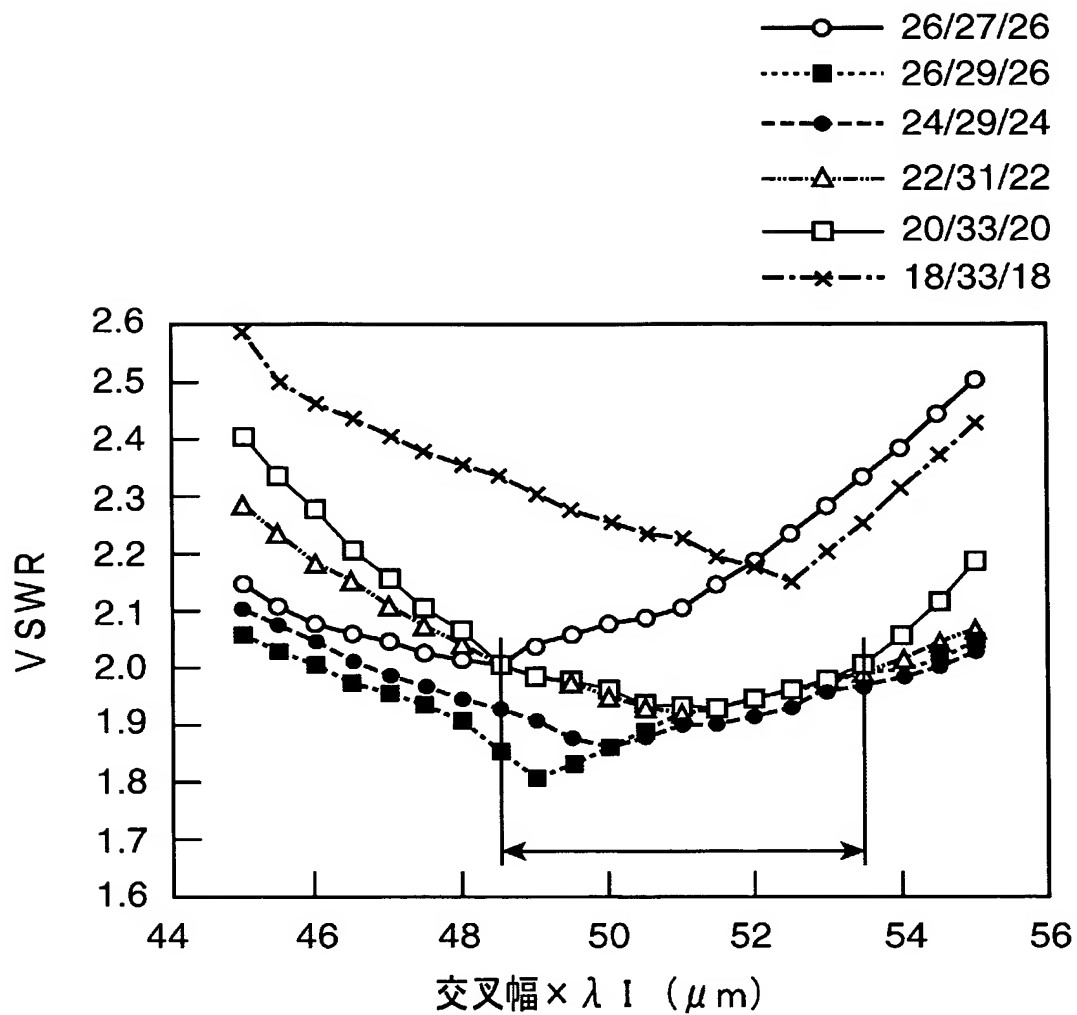
【图 1 3】



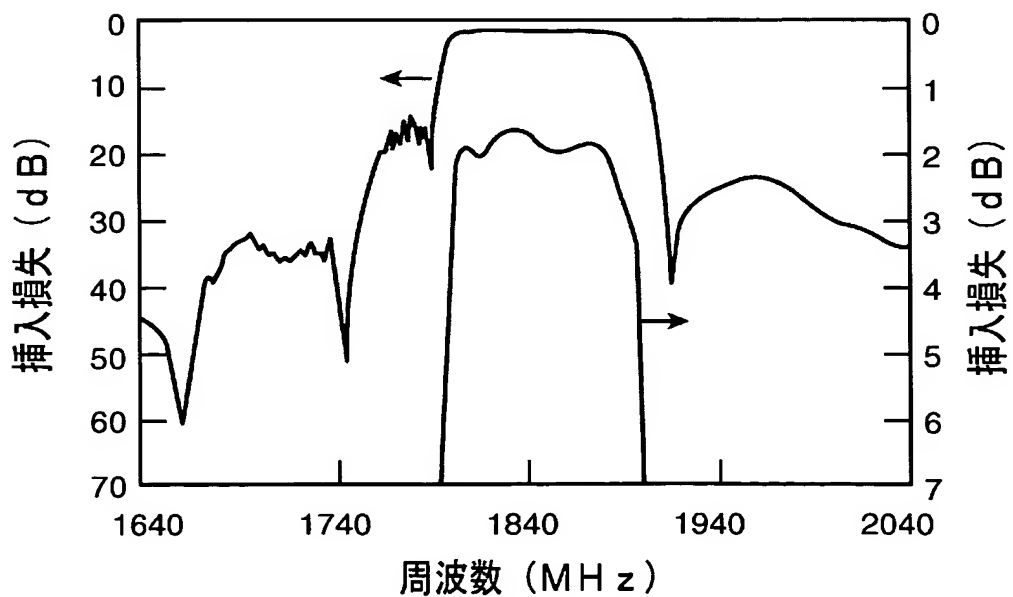
【图 1 4】

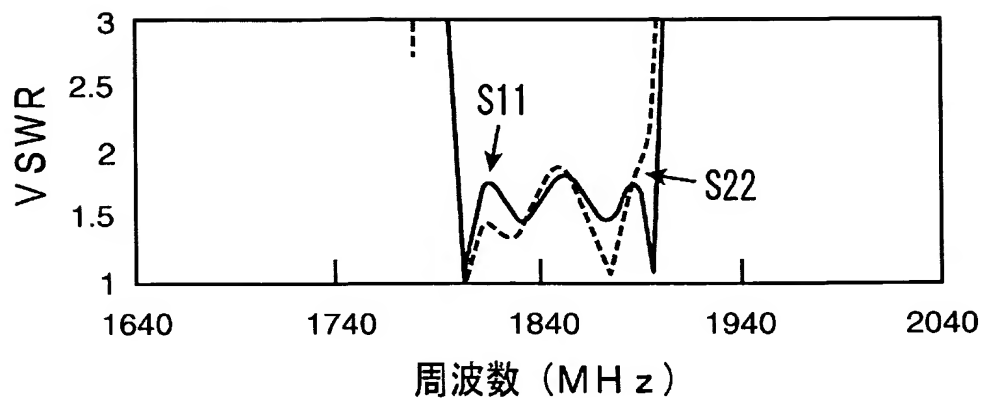




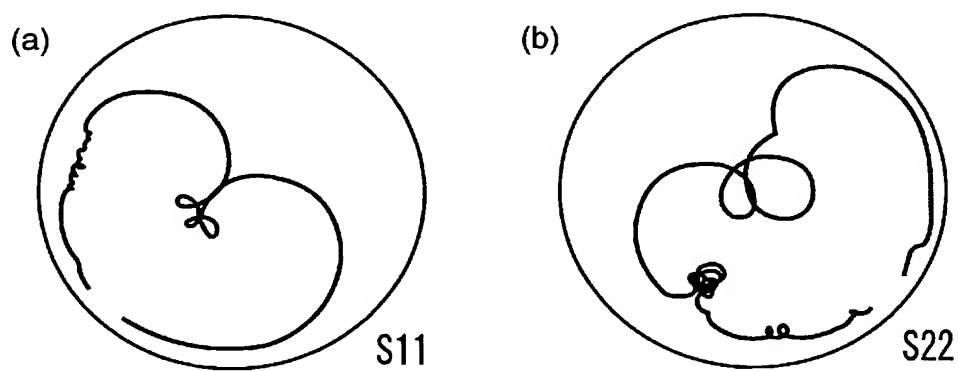


【图 1 7】

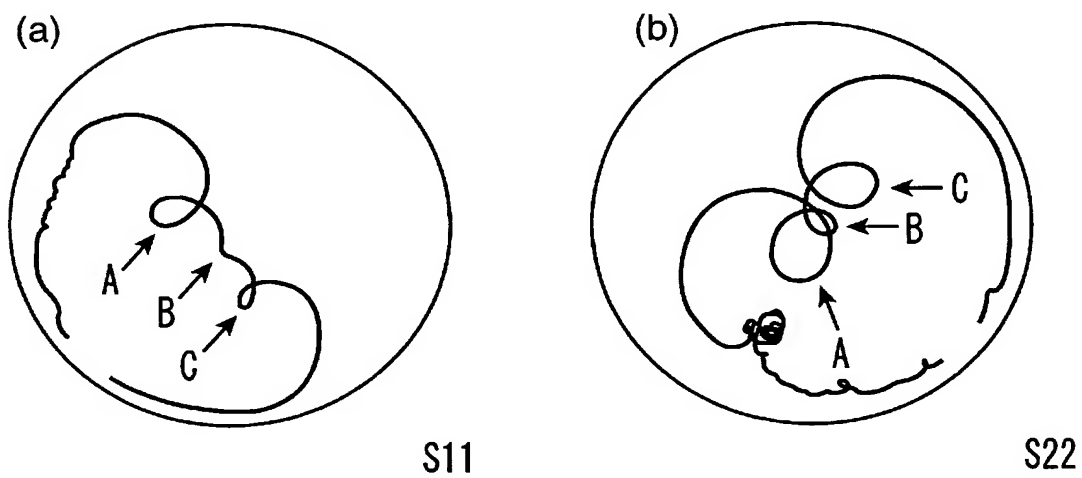


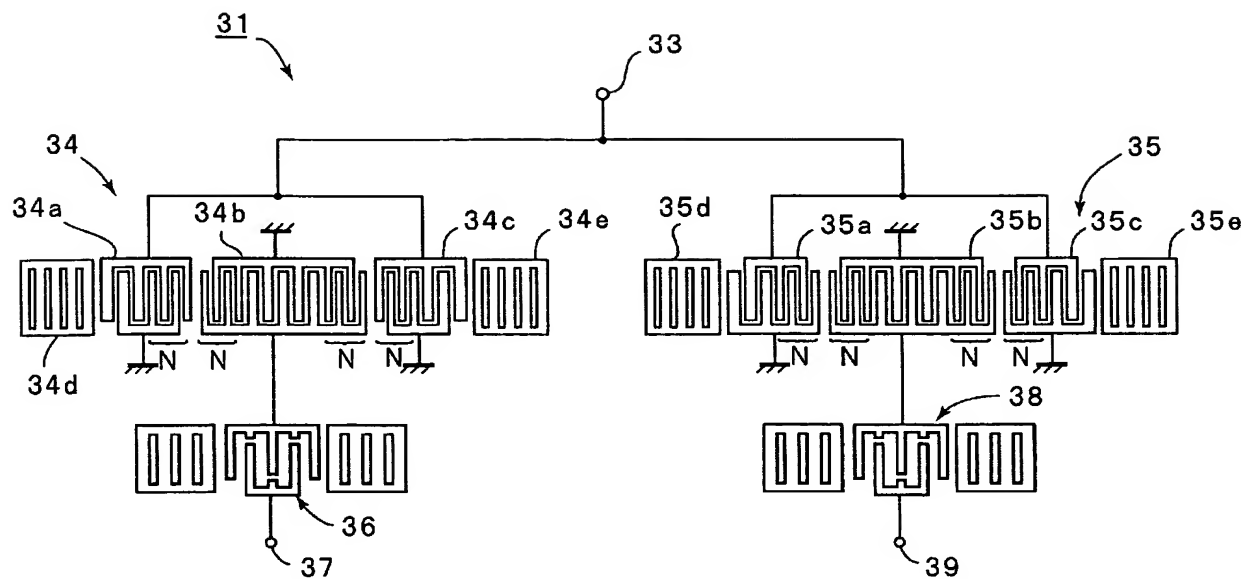


【图 19】

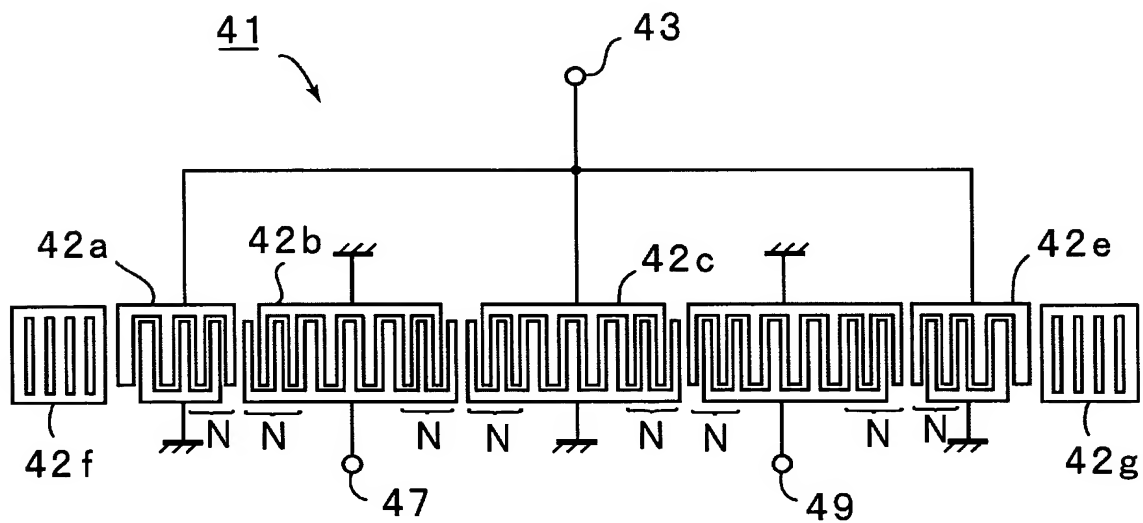


【图 20】

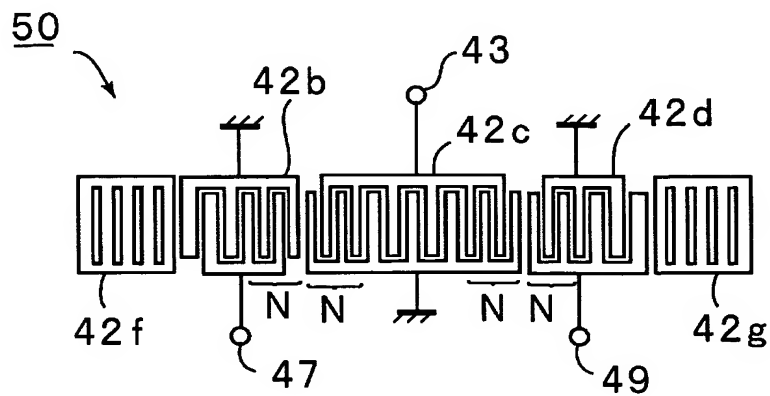


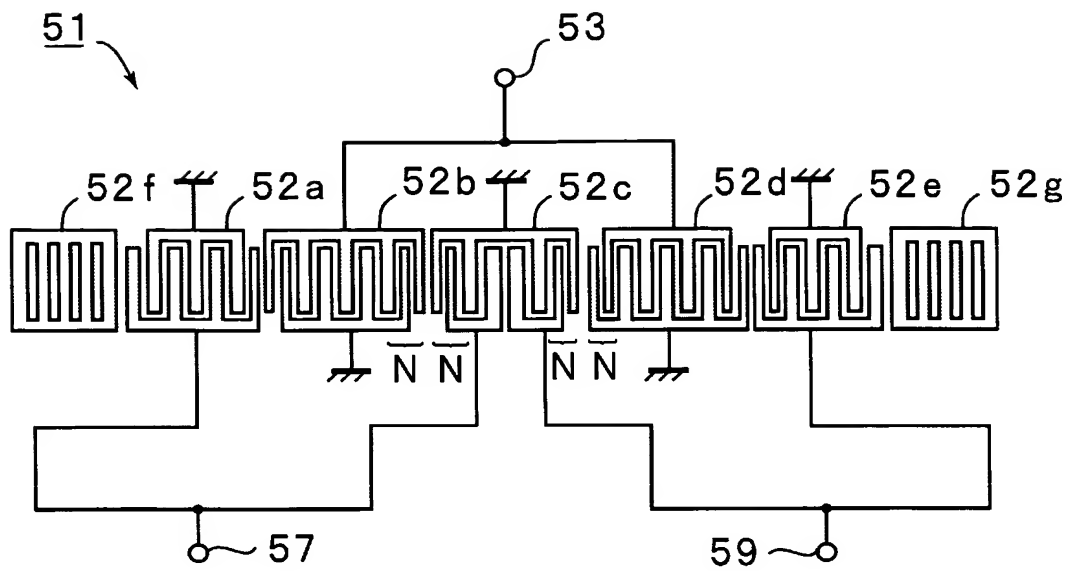


【 図 2 2 】

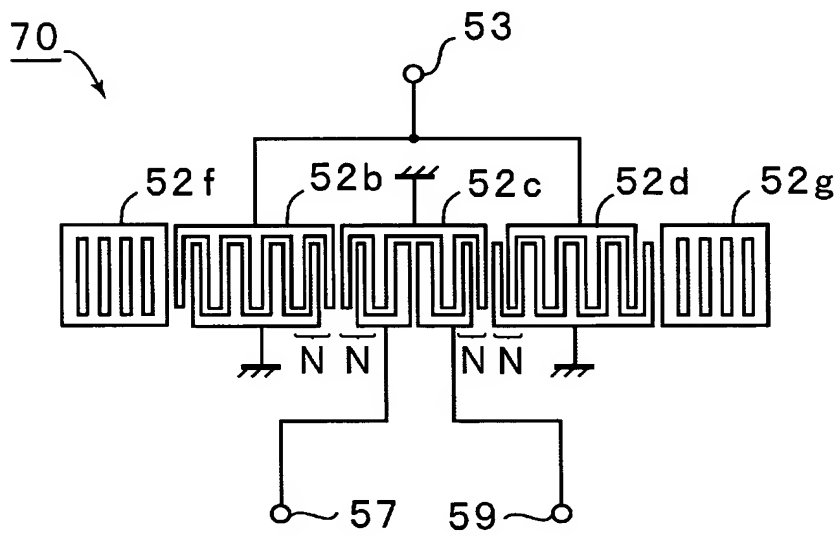


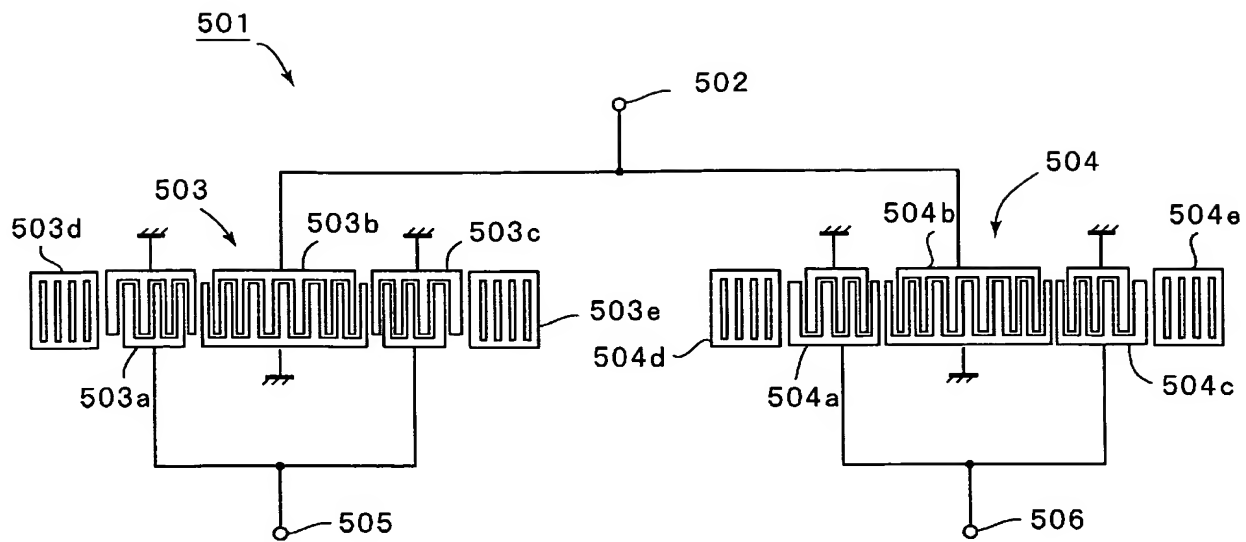
【 図 2 3 】



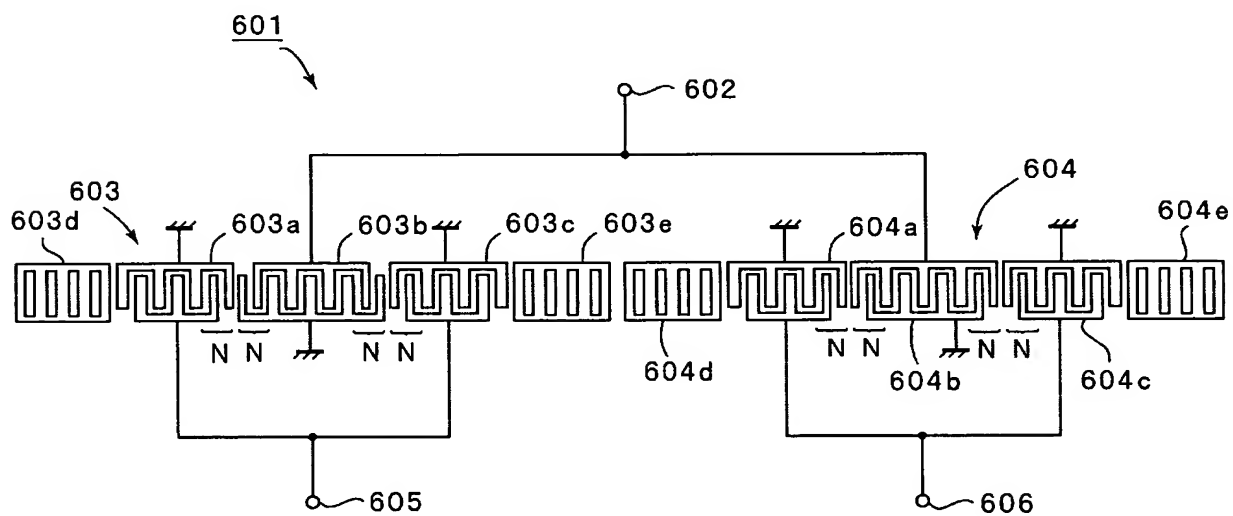


【 図 2 5 】





【図 27】



【要約】

【課題】 不平衡信号端子ー平衡信号端子のインピーダンス比を1：2とすることができ、しかも良好なフィルタ特性を有するバランス型弾性表面波フィルタを提供する。

【解決手段】 不平衡入力端子3に第1，第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部4，5の各中央の第2のIDT4b，5bが接続されており、両側の第1，第3のIDT部4a，4c及び5a，5cがそれぞれ第1，第2の平衡出力端子7，9に接続されており、IDT4a～5cが狭ピッチ電極指部Nを有し、第2のIDT4bの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP1、第1，第3のIDTの狭ピッチ電極指部の電極指ピッチをP2、狭ピッチ電極指部以外の電極指の本数をK1、狭ピッチ電極指部以外の電極指の本数をK2としたときに、 $P1 > P2$ 及び $1.12 \leq K1/K2 \leq 1.65$ とされている、バランス型弾性表面波フィルタ1。

【選択図】 図1

0 0 0 0 0 6 2 3 1

19900828

新規登録

京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号

株式会社村田製作所

0 0 0 0 0 6 2 3 1

20041012

住所変更

京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番 1 号

株式会社村田製作所

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/014672

International filing date: 10 August 2005 (10.08.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-242520
Filing date: 23 August 2004 (23.08.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 29 September 2005 (29.09.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.